ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"EVALUACION DE LA TECNOLOGIA APLICADA AL CORTE DE VENTANAS EN TUBERIAS DE REVESTIMIENTO Y SUS RESULTADOS EN LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE PETROLEO"

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO DE PETROLEO

Presentada por:

ISABEL SILVANA BARRAGAN BARRAGAN

KLEVER HUMBERTO GUAJALA FAJARDO

GUAYAQUIL – ECUADOR

1999

AGRADECIMIENTO

Al ING. RICARDO GALLEGOS O., Director de Tesis, por su valiosa ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios por iluminarme el camino en todo momento.

A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional durante mis años de estudios.

TRIBUNAL DE GRADUACION

ING. MIGUEL ANGEL CHAVEZ
DECANO FICT

ING. RICARDO GALLEGOS O.
DIRECTOR DE TESIS

ING. GABRIEL J. COLMONT
VOCAL

ING. KLEBER MALAVE
VOCAL

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es la evaluación de la nueva técnica del corte de ventanas en la tubería de revestimiento aplicada en la desviación de pozos petroleros abandonados.

Esta técnica es sin duda la mejor alternativa desarrollada con la más avanzada tecnología para la recuperación de reservas en pozos abandonados, desviación para aislar zonas problemas y su aplicación más usual, la desviación en pozos multilaterales.

Este estudio da la pauta para proyectar la recuperación de reservas como en el caso particular de 18 pozos abandonados de Petroecuador, unos por tubería colapsada y otros por "pescado", cuyas reservas justifican plenamente la inversión en la desviación de los mismos a través de un corte de ventana(1).

Para la evaluación de la técnica se tomó información de dos cortes, uno realizado con tapón de cemento y el otro con empacadura desviadora, sin tapón para asentarla.

El análisis efectuado dá como resultado que es mucho más rápido el método de la empacadura, remendándose éste por las ventajas que muestra; pues los costos aumentan considerablemente en función del tiempo.

INDICE GENERAL

CAPITULO II

INDICE DE FIGURAS

FIGURA #

INDICE DE TABLAS

TABLA #

ABREVIATURAS

Abrev.		Descripción
API	:	American Petroleum Institute
BFPD	:	Barriles de fluido por día
BOP	:	Blowout preventer
CBL	:	Cement bond log
CIBP	:	Casing irretrievable bridge plug
CL	:	Collar locator
HWDP	:	High weigth drill pipe
KOP	:	Kick off point
ML	:	Multilateral
ROP	:	Rate of penetration
RPM	:	Revolution per minute
WOM	:	Weigth of mud

INTRODUCCION

La tecnología aplicada al corte de ventanas en pozos revestidos es una técnica que utiliza un innovador sistema de tecnología de punta que permite la rehabilitación de pozos abandonados, así como anexar otras zonas a un mismo pozo productor, siendo esta última su aplicación más importante.

Antes del desarrollo de esta técnica, el método utilizado consistía en cortar la sección completa de la tubería lo que generalmente requería más de 8 días, a más de lo dificultoso que resultaba tomar la dirección deseada en la perforación posterior del pozo desviado. Todo esto acarreaba un alto costo operacional (2).

Fue en los Estados Unidos donde se inició el desarrollo de la técnica del corte de ventanas en la década de los 80 y posteriormente en Venezuela. En Ecuador ésta es completamente nueva, recién en 1997 se empieza a utilizar en nuestros campos y en muy pocos casos.

Esta ha sido una razón por la que se ha escogido el presente tema que consideramos será un valioso aporte a nuestros colegas y estudiantes del área de Petróleo.

Mayor producción con un menor costo, es el objetivo básico de la aplicación de esta técnica porque reduce sustancialmente el tiempo de utilización de taladro permitiendo la re-entrada a otras zonas de producción desde el mismo pozo.

El aumento en producción puede ser tan alto como en el caso reportado de un pozo en el Mar del Norte donde se utilizó esta técnica y los resultados fueron extraordinarios. La producción se incrementó en un 600% y a un costo de sólo el 30% del que hubiera costado si se hubiera realizado con el método convencional anterior (3).

El viejo adagio petrolero “El mejor lugar para encontrar petróleo es donde éste ya existe” está siendo cada vez más tomado en cuenta por las compañías de explotación de gas y de petróleo en el mundo.

Valga mencionar que el presente trabajo no abarca más allá del corte-ventana en la tubería de revestimiento, donde hemos centrado nuestra tarea de investigación, recopilación y ordenamiento de la información presentada. Es decir, lo que ocurre antes y después del corte sólo se ha tocado de forma breve anotando los antecedentes y los resultados de producción de los pozos considerados en el presente estudio.

Aplicaciones Generales

Para realizar el corte de ventanas se utiliza una empacadura de desviación, que es una herramienta precisa, permanente y confiable para la desviación en pozos revestidos y permite una operación óptima de desviación; diseñado con una agarradera de alineación, la cual acepta instrumentos de medición estándar, la empacadura puede ser asentada sin contratiempos, porque la orientación es ajustada y asegurada en superficie sobre el piso de la torre, para después ser asentada en dirección segura y exacta.

En general un corte de ventanas de realiza para:

1. Rehabilitar pozos que han sido abandonados debido a obstrucciones ó “pescado”.

2. Perforar alrededor de la tubería de revestimiento colapsada ó dañada.

3. Corregir la dirección del pozo.

4. Recompletación de un pozo donde las perforaciones están taponadas y las técnicas convencionales son insuficientes para restaurar la producción.

5. La aplicación más importante en la actualidad es para perforar pozos de re-entrada , es decir, perforar pozos multilaterales para incluir otras zonas productoras.

Descripción

La tecnología desarrollada para el corte de ventanas actualmente nos ofrece un sistema innovador de tecnología de punta que reduce el tiempo de utilización de taladro, es el sistema “Window Master”.

A diferencia de sistemas convencionales, “Window Master” puede iniciar, cortar y rimar la ventana sin requerir de un cambio en el conjunto de herramientas en el pozo; por ejemplo “Corte de Arranque”, eliminando por lo menos dos corridas completas.

El sistema aquí descrito consiste de un anclaje de corrida de fondo ó un sistema de empacadura/anclaje “ML” (multilateral), el ensamble del cortador/desviador con dos fresas de tipo sandía y la cortadora de ventanas “Metal Muncher” patentada. Adicionalmente el nuevo cortador de ventanas y la muesca de acople permite al sistema colocar el anclaje, luego cortar, agrandar y pulir la ventana, en una sóla corrida.

El Sistema “Window Master” puede ser utilizado con:

- Sistema de empacadura/anclaje estándar.
- Sistema de empacadura/anclaje “ML”.
- Anclaje de corrida de fondo permanente.
- Anclaje de corrida de fondo recuperable.

Todos estos sistemas son explicados con sus respectivos procedimientos y aplicaciones en el documento que hemos preparado como Tesis de Grado.

CAPITULO I

I CONSIDERACIONES TEORICAS

1.1 Nociones generales

Un corte de ventana en la tubería de revestimiento de un pozo es una perforación lateral (un corte) que se realiza con instrumentación de avanzada tecnología por personal altamente especializado.

Esta ranura en la tubería revestidora se la realiza considerando la dirección que tendrá el pozo desviado que se perforará a través de ella (4).

1.2 Razones para la utilización de la técnica de corte y desviación en operaciones de perforación y producción

1. Una ventana se realiza en general para rehabilitar pozos que han sido abandonados debido a obstrucciones ó pescado.

2. Para perforar alrededor de tubería de revestimiento colapsada ó dañada. Esto frecuentemente es un problema en áreas de grandes domos salinos o intumescencia de lutitas.

3. Permite la recompletación de un pozo buzamiento arriba.

4. Por restricciones en la tubería de revestimiento.

5. Pero la aplicación más importante en la actualidad es para perforar pozos de re-entrada, es decir, incluir pozos multilaterales. Esto nos permite optimizar la producción ya que podríamos así recuperar las reservas capturadas por un pozo ya existente a un bajo costo.

Básicamente la empacadura y ensamblaje desviador pueden ser usados en cualquier momento si es necesario una desviación a través de la tubería sin tener en cuenta su tamaño y peso (5).

1.3 Ventajas del corte de ventanas vs. molienda de una sección de la tubería de revestimiento

- Tiempo promedio para un corte de ventana: 2 a 4 días.
- Tiempo promedio para una molida de sección de la tubería de revestimiento : 8 a 10 días.

Moler una sección de la tubería de revestimiento tiene muchos pasos extra. El corte de una sección involucra moler la circunferencia completa de una junta de la tubería de revestimiento, esto produce un volumen más grande de metales cortados que en el caso de un corte de ventana. También requiere un lodo de peso muy alto y ésto puede producir problemas de taponamiento en el pozo. Estas complicaciones surgen debido a la tendencia de los cortes a magnetizarse y adherirse a la pared de la tubería de revestimiento.

El tiempo es además consumido en los cambios de los cortadores en la sección moledora. Varios viajes extra pueden ser requeridos para cambiar los cortadores. Una vez que la sección ha sido cortada es necesario tiempo adicional para preparar el pozo para la desviación. Una técnica común es adelantar un tapón de cemento a través de la sección y después perforar éste sacándolo fuera, a una profundidad apropiada. Un motor es luego usado en el fondo del pozo para realizar la desviación alrededor de la tubería de revestimiento. Este procedimiento puede requerir días adicionales después que la sección ha sido cortada.

Una segunda técnica para desviación fuera de una sección es asentar un desviador permanente en la tubería de revestimiento en el fondo de la sección cortada. Se ha notado problemas con esta técnica cuando se ha intentado la desviación. Durante la perforación el hueco a veces se hará más grande alrededor del desviador lo cual causa que éste se mueva.

Debido al tiempo extra, problemas y costos de operación; se ha encontrado que cortando sólo una pequeña sección de la tubería de revestimiento, es decir, una ventana requiere menos tiempo, equipos y es exacto, reduciendo el costo total de las operaciones de perforación (6).

1.4 La empacadura de desviación

La empacadura de desviación es una herramienta precisa, permanente y confiable para la desviación en pozos con tubería de revestimiento y permite una operación óptima de desviación. Diseñado con una agarradera de alineación, la cual acepta instrumentos de medición estándar, la empacadura puede ser asentada sin problemas, porque la orientación es ajustada y asegurada en superficie sobre el piso de la torre, después la empacadura es asentada en dirección segura y exacta. El sistema desviador anclaje/empacadura forma un tapón puente permanente, cerrando la presión de fondo y eliminando la necesidad de un tapón de cemento. Este sistema también evita movimiento rotacional ó vertical del desviador incluso bajo severas condiciones de perforación.

La empacadura de desviación es ideal para las siguientes aplicaciones:

- Para desviar el pozo cuando éste ha sido abandonado por presencia de herramientas ó pescado.

- Para perforar alrededor de la tubería de revestimiento colapsada ó dañada.

- Corregir la dirección del pozo.

- Recompletación de un pozo buzamiento arriba en la formación.

- Recompletación de un pozo donde las perforaciones están taponadas y las técnicas convencionales son insuficientes para restaurar la producción.

Sin embargo, su principal aplicación es cuando han ocurrido problemas en la tubería de revestimiento y una ventana debe ser cortada para una operación de desviación.

1.5 Descripción de los sistemas de corte de ventanas

1.5.1 Sistema " Window Master"

La tecnología desarrollada para el corte de ventanas actualmente nos ofrece un sistema innovador de tecnología de

punta que reduce sustancialmente el tiempo de utilización de taladro, es el sistema “Window Master”. (Ver figura 1.1).

A diferencia de sistemas convencionales, "Window Master" puede iniciar, cortar y rimar la ventana sin requerir de un cambio en el conjunto de herramientas en el pozo; por ejemplo “Corte de Arranque”, eliminando por lo menos dos corridas completas.

"Window Master" puede ser utilizado con:

- Sistema de Empacadura/Anclaje estándar “DW-1”/ “W2” (dos corridas).
- Sistema de Empacadura/Anclaje “ML” (dos corridas).
- “Anclaje de Corrida de Fondo” Permanente (una corrida).
- “Anclaje de Corrida de Fondo” Recuperable (una corrida).

El sistema aquí descrito consiste de un anclaje de corrida de fondo ó un sistema de empacadura/anclaje “ML”, el ensamble de cortadora/desviador con dos fresas de tipo sandía y la cortadora de ventanas “Metal Muncher” patentada. Las áreas de

flexión incorporadas en el ensamble de herramientas de corte diseñadas por computadora reducen los esfuerzos de dobladura hasta en un 60%, mientras que el diseño de la rampa de desviación mejorada en la cara del desviador evita que la cortadora de ventanas corte el desviador.

Adicionalmente el nuevo cortador de ventanas y el muñón del desviador permite al sistema colocar el anclaje, luego cortar, agrandar y pulir la ventana, en una sóla corrida.

Esto hace a "Window Master" el único sistema verdaderamente de “UNA SOLA CORRIDA” disponible.

El sistema de empacadura/anclaje “ML” también descrito permite el reingreso selectivo en aplicaciones multilaterales debido a que la empacadura “ML” permanecerá en el pozo como un punto de referencia. Esta empacadura tiene un orificio que permite el acceso a la parte inferior.

1.5.1.1 Características y beneficios

- Corte de ventanas en "Una Corrida".
- Se requiere de menor tiempo de utilización del taladro.
- Una variedad de dispositivos se encuentran disponibles.
- Sistema de desviador recuperable.
- Característica de "Anti – giro" para un corte controlado.
- La disposición del cortador de Ventana/Muñón evita el corte del desviador.
- Tecnología "Metal Muncher".
- Conjunto de herramientas diseñado por computador para un mejor comportamiento de fatiga.
- El ángulo de desviación excéntrico entre la rampa del desviador y la tubería de revestimiento facilita el reingreso con conjunto de herramientas de pozo poco flexibles.

- El desviador con orificio de conexión para conexiones macho (pin) facilita el corte sin dañar el desviador.

- Una variedad de herramientas de pesca para recuperar el desviador (7).
  (Ver en Apéndice Fig. A1)

1.5.2 Sistema “Hydro Master”

Es el último sistema de corte de ventanas de una sóla corrida.

Usando el sistema "Hydromaster", la empacadura desviadora, cortadoras, MWD, son corridos juntos en el pozo. El desviador es orientado por bombeo a través de la tubería de perforación para activar el MWD sin la preocupación de pre-asentar la empacadura con el desviador en una dirección incorrecta.

El anular es ligeramente presurizado para asentar la empacadura y la ventana es cortada. Todo en una sóla corrida con tubería de perforación (8). (Ver Fig. 1.2)

1.5.3 Sistema de empacadura y anclaje “Torque Master”

El crecimiento de la demanda y el desarrollo de la industria ha llevado a mejorar la tecnología del desviador empacadura / anclaje “DW1” resultando en la nueva serie de sistemas de desviación empacadura y anclaje "Torque Master". Con el diseño patentado "Cam Cone" y "Torque Slip", la empacadura "Torque Master" resiste fuerzas torsionales superiores a 20000 lb-pie en ambas direcciones. El sistema estándar es probado y clasificado para una presión diferencial de 7500 psi y opera a temperaturas desde 70 a 300º F (21º a 149 º C).

El perfil de orientación también es mejorado para proveer una orientación precisa. Este método de orientación universal de fondo (UBHO) es altamente aconsejable durante operaciones de radio corto, donde la orientación es crítica, el pozo toma la orientación con la rotación de la tubería de perforación.

El sistema "Torque Master" cuenta con un “bypass” para el fluido y un sistema sellante asegura que el ligero peso del fluído no migre hacia arriba bajo la empacadura y contamine el fluído de perforación (9). (Ver Fig. 1.3)

1.5.3.1 Características y beneficios

- Su diseño corto y compacto minimiza la deflexión del desviador.
- Orientación ajustable con exactitud de 1.5º.
- Diseñado para resistir torques sobre las 20000 lb-pie.
- Diseño de cuñas torcidas para resistir carga axial y torque.
- La llave de orientación no sufre presurización.
- La empacadura puede funcionar como tapón puente.
- La llave de orientación de la empacadura y la zapata del ancla tienen un área máxima de contacto.
- Como obturador resiste presiones de 7500 psi.

- Diseñado para temperaturas entre 70 y 300º F (21º y 149ºC).

- Conexión estándar ancla-tubería de revestimiento (10).

1.6 Procedimiento de corrida del conjunto “Window Master”

1. Baje broca y raspador al pozo por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

2. Baje al pozo con anillo calibrador y canasta para desperdicios, por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

3. Acople la empacadura “DW-1” y la herramienta de asentamiento modelo “E-4” al cable eléctrico (wireline) y baje al pozo lentamente. Asiente el tope de la empacadura 8 pies sobre el collar de la tubería de revestimiento más próximo a la profundidad de asentamiento deseada. Salga del pozo.

4. Acople la herramienta GYRO al "wireline" y baje al pozo (el GYRO Inteq de lectura en superficie con indicador de verificación de

plomo es preferible). Acciónelo dentro y fuera de la empacadura y tome al menos 4 lecturas consistentes, verificando la orientación de la llave guía dentro de la empacadura desviadora.

5. En superficie oriente el anclaje “W-2”con el desviador, así cuando el anclaje y el desviador sean accionados dentro de la empacadura , la cara del desviador estaría dentro de la nueva dirección del pozo.

6. Acople el "Window Master" a la sarta de fondo, consistente del anclaje “W-2”, desviador, cortador de ventanas, sandía fresadora, junta flex, sarta de corte, flotador, una junta de tubería de perforación de gran peso, un “drill collar”, un martillo, botellas de perforación y baje al pozo.

7. Acople la empacadura al pestillo del anclaje “W-2” con un peso de 5 klb. Aplique hasta 10 klb para verificar el engarzamiento del anclaje del “W-2” dentro de la empacadura “DW-1”.

8. Aplique de 25 a 45 klb para cortar la ventana frente al desviador (los valores del corte varían de acuerdo a la medida de la tubería

de revestimiento). En este punto cambiar de lodo si es necesario circular para sacar del pozo los desperdicios del corte.

9. Localice el punto neutro. Inicie la rotación y circulación.

10. Con torque y peso ligeros, corte completamente la ventana, lo suficiente para pasar con el diámetro mayor de la sarta hacia dentro y hacia fuera.

11. Circule del fondo del pozo y retire la sarta del pozo

12. Ensamble la sarta de perforación y baje al pozo.

1.7 Estructura del corte “Metal Muncher”

“Metal Muncher” es una tecnología especialmente ingeniada para cortar el metal en lugar de pulverizarlo, es efectiva incluso en aceros con alto contenido de cromo. Los cortadores de “Metal Muncher” producen pequeños y uniformes cortes facilitando la circulación de los desperdicios cortados a superficie. Este estilo de corte también

reduce el peso requerido para cortar fuera del “casing” que por turno reduce el número de “drill collars” requeridos en la locación.

Los requerimientos de torque en el corte y la sarta de perforación también son reducidos, mientras la rata de penetración (ROP) aumenta, haciendo posible cortar efectivamente en pozos que presentan geometría irregular (11).

1.8 Consideraciones del fluido de corte

Los requerimientos del fluido varían considerablemente entre cortes de ventana, cortes de sección y aplicaciones en el corte piloto.

Comparando con el corte de ventanas, por ejemplo, el corte piloto y el corte de sección producen grandes volúmenes de metal cortado que deben ser removidos vía fluido. Así, el equipo de superficie debe tener grandes líneas de flujo con un mínimo de codos e irregularidades y debe incluir centrífugas para el control del ph. También son requeridos grandes “yield points”, viscosidades y velocidades anulares durante el corte de sección y piloto, siendo necesarias bombas de grandes volúmenes.

Una efectiva pre-planificación de la operación de corte asegurará un eficiente levantamiento y remoción de los residuos cortados.

Un óptimo fluido de corte debe poseer las siguientes características:

- Alto “yield point” para acarrear los desperdicios del corte a superficie.

- Mantener en suspensión los residuos durante el periodo de no flujo.

- Baja resistencia al flujo para mejorar la eficiencia hidráulica.

- Propiedad de enfriamiento y lubricación de la cortadora.

- Baja viscosidad en la sarta del cortador para asegurar la limpieza en el sitio.

- Mínimos efectos adversos en las formaciones productoras (12).

CAPITULO II

II INSTRUCCIONES OPERACIONALES

2.1 Inspecciones

Antes de comenzar algún trabajo, inspeccionar todas las herramientas y las condiciones presentes del pozo es necesario para una operación satisfactoria.

Consultar con el "company man" ó "tool pusher" acerca de las condiciones del pozo:

a) Desviación del pozo y dirección.

b) Tamaño y conexiones de la tubería de revestimiento y tubería de perforación.

c) Información de registros alrededor del área de la ventana y perfil de la adhesión de cemento (CBL) si está disponible.

d) Formación:

- Intumescencia de lutitas, sal ó grietas de carbón no son buenas para corte ventana.

- Arena sólida es mejor.

Evitar áreas de pobre adherencia de cemento ó conexiones de la tubería de revestimiento para comenzar el corte-ventana ó colocación de la empacadura.

1. Inspeccionar todas las herramientas:

a) Ensartadores de desviador y soporte.

b) Herramienta de asentamiento y/ó adaptador.

c) Empacadura, triturador e instrumentos de orientación.

2. Previo al asentamiento de la empacadura, correr raspador de tubería de revestimiento y anillo calibrador para asegurar correctamente que entra en la tubería de revestimiento.

3. Con todas las herramientas inspeccionadas y el método de asentamiento de la empacadura seleccionado, comenzar la operación.

2.2 Instrucciones de operación

Antes de introducir cualquier equipo de corte de ventana en el pozo, se recomienda efectuar una corrida de una combinación de cortadora de ventana/raspador de tubería de tamaño completo. Un raspador de tubería con una fresadora de tipo sandía de tamaño completo también puede ser utilizado. También se recomienda correr un juego de registros CBL y CL. Si es posible verificar la profundidad a la cual se

encuentra la empacadura “ML” ó el “Tapón” sobre el cual se posará el ensamble (13). (Ver en Apéndice Fig. B1 y B2)

2.2.1 Sistema “Window Master” con empacadura y anclaje

2.2.1.1 Descripción y aplicaciones

El desviador Empacadura/anclaje es usado para colocar un desviador de manera confiable en el lugar y dirección deseadas en un pozo revestido para permitir operaciones de desvío. La empacadura “DW-1” está diseñada específicamente para operaciones de desviación (Ver Fig. 1.4 y 1.5).

El “DW-1” es una versión modificada del "Retainer Production Packer", (Ver en Apéndice Fig. B3), que puede ser asentado electrónica ó hidráulicamente con tubería de perforación.

La empacadura contiene una llave de orientación que permite colocar instrumentos estándar de medición direccional.

El anclaje desviador "W-2" es el primer sistema diseñado para permitir la orientación del desviador en la mesa del taladro después que la empacadura ha sido asentada en el "casing". El anclaje desviador es un anclaje sellante ensayado y probado con una configuración de zapata guía para una alineación positiva de la llave en la empacadura. El diseño torsionalmente rígido previene eficazmente cualquier movimiento del anclaje.

La empacadura desviadora "ML" es similar a la empacadura desviadora "DW-1" con un diámetro interno grande. El "ML" es usado en conjunto con sistemas de desviador recuperable y provee un sellado permanente para anclajes de desviación y/ó ensamblajes de producción desviados.

Los procedimientos de asentamiento y orientación son idénticos a los del "DW-1". Para aplicaciones de

producción en pozos con ensamblaje desviado puede ser corrido con un desviador y la empacadura funcionará como empacadura de producción.

Se requiere un adaptador modificado del medidor direccional para la orientación con la empacadura “ML”.

2.2.1.2 Características y beneficios.

- Elimina el tiempo de espera de fraguado asociado con la sección de técnicas de corte.
- Puede ser asentado con cable eléctrico.
- Requiere sólo un medidor direccional.
- La llave guía de orientación del “DW-1” permite colocar instrumentos estándar de medición direccional.
- El orificio de la empacadura está abierto antes de asentar el anclaje, permitiendo el paso a los desechos.

- El desviador es resistente a los movimientos hacia arriba, abajo y rotacionales (14).

2.2.2 Sistema “Window Master” con empacadura “ML” /anclaje

2.2.2.1 Empacadura modelo “ML”

1. La empacadura “ML” puede ser colocada por medio de línea eléctrica, tubería ó tubería de perforación. (Ver en Apéndice Fig. B5)

2. Para colocar la empacadura con tubería de perforación ó tubería, se recomienda utilizar una herramienta de colocación modelo “B”. Esta herramienta utiliza el bombeo de una bola de 17/16” para presurizar contra la herramienta de colocación y colocar la empacadura a una profundidad predeterminada. Esta herramienta de tamaño único puede ser utilizada con una variedad de tamaños de empacadura simplemente añadiendo el Conjunto de Adaptación para Colocación Hidráulica Modelo “B2” del tamaño adecuado (Ver en Apéndice Fig. B6).

Adicionalmente, la empacadura puede ser colocada por medio de tubería de perforación con la herramienta de colocación modelo “BH-H” la cual posee la construcción robusta para uso pesado de la herramienta modelo “BH” la cual es corrida en tubería de revestimiento de rango entre 7” y 10 3/8”.

También se puede correr la herramienta de colocación modelo “J” en tubería de perforación para colocar la empacadura. El ensamble hidráulico modelo “J” utiliza el mismo conjunto de adaptación que se utiliza con el ensamble de colocación a presión por medio de "wireline".

(NOTA: La empacadura deberá ser colocada, por lo general, directamente por encima ó bajo el collar del “casing”).

3. Una corrida de raspador de tubería deberá ser efectuada antes de colocar la empacadura.

4. Siempre deberá asegurarse que exista una buena cementación alrededor de la tubería de revestimiento.

5. Si la empacadura requiere de orientación, será necesario efectuar una corrida de examen de orientación luego de colocarla ya que al momento la herramienta de colocación y la empacadura no poseen un candado rotacional.

6. Asegúrese de que la herramienta de examen de orientación calce en el orificio de la empacadura y se alinee con la llave de orientación de la empacadura. El sustituto de tope UBHO de la herramienta de medición de alineación podría ser demasiado pequeño para el orificio de la empacadura y no alineará con la llave de la empacadura. Asegúrese que el sustituto de tope UBHO y la llave de la empacadura sean compatibles.

2.2.2.2 Orientación de la empacadura

1. La empacadura "ML", que ha sido especialmente modificada para ser corrida en conjunto con el desviador de tipo recuperable, tiene una llave ubicada

en la parte superior de la empacadura en posición vertical. Esta llave tiene doble propósito, el principal es deslizarse en una ranura en el ensamble de anclaje/sellado para prohibir cualquier movimiento circular del desviador, secundariamente, la llave es un muñón de referencia para obtener una orientación positiva. Esta característica permite la facilidad de reingreso.

2. Si la empacadura es colocada en un hoyo relativamente recto, será necesario efectuar la corrida de una cámara de exposición única ó multiexposición Giroscópico ó Buscador (Seeker) para verificar la orientación. Estas herramientas requieren un “wireline” de conductor único para la lectura de medición en superficie y registran la inclinación, dirección magnética y orientación de la cara de la herramienta.

3. En hoyos con por lo menos 3º de inclinación con una inclinación y dirección de la perforación conocida, se puede utilizar “DOT” ó cámara de exposición única ó múltiple magnética para determinar la orientación de la

empacadura. El “DOT” requiere de un “wireline” de conductor único para la lectura de mediciones en superficie. Este método es conocido como el “Método Indirecto” y mide la orientación de la llave de la empacadura en relación al lado alto de la tubería de revestimiento en una medición dada.

4. Las herramientas de medición de desviación se encuentran disponibles con dispositivos de protección contra el calor, y la temperatura máxima permisible para cada herramienta deberá ser verificada con las compañías que prestan el servicio.

5. Si la empacadura requiere de orientación será necesario efectuar una corrida de medición de desviación luego de que haya sido colocada dado que la herramienta de colocación y la empacadura al momento no cuentan con un candado rotacional. Mientras se coloca la empacadura, el sustituto UBHO en la tubería ó tubería de perforación podrá girar en relación a la empacadura. Esto suministraría lecturas falsas. Si la empacadura debe ser colocada con una

orientación predeterminada, la herramienta de colocación deberá ser asegurada a la empacadura para evitar su giro.

La recomendación general es ejecutar una medición de orientación luego de colocar la empacadura.

2.2.2.3 Colocación por medio de cable eléctrico

1. Cuando se coloca la empacadura por medio del “wireline”, siempre es buena práctica correr una cesto de pesca para despojos y un anillo calibrador (conejo) de diámetro apropiado antes de correr la empacadura.

2. La orientación puede ser verificada con el ensamble de tope UBHO el cual es utilizado para modificar el cilindro de exposición única. Esto no es recomendado para perforaciones desviadas donde no es posible correr el “wireline”.

3. Acople la empacadura “ML” y ensamble el conjunto de adaptación para “wireline” , y el ensamble de colocación a presión con “wireline” con el localizador de collares del “casing”. Ingrese al pozo con “wireline”. Localice el collar del “casing”. Coloque la empacadura 4’ a 6’ bajo ó 4’ a 6’ por encima del collar, dependiendo de cómo el desviador se encuentra espaciado. Se deberá utilizar la carga de colocación lenta # 20 con un pasador de ruptura de 55 Klb.

4. Acople el instrumento de medición de desviación con estabilizadores, ingrese al pozo y determine la dirección del muñón de orientación. Asegúrese que la herramienta de medición quepa en el orificio de sellado. Cada empacadura tiene un orificio de sellado de diferente diámetro, verifique el diámetro antes de efectuar la corrida con el equipo de medición, (Ver Fig. B11).

5. Coloque el ensamble de desviador/anclaje de acuerdo a las lecturas de medición.

2.2.3 Sistema de Anclaje “ML” y desviador “Window Master”

1. Antes de que la zapata guía del ensamblaje del anclaje pueda ser orientada, el anclaje deberá estar atornillado al desviador. El anclaje posee una conexión hembra enroscada en la parte superior de la unión sustituta superior. Antes de conectarlo al desviador, se deberá aplicar un compuesto de trabado de rosca a la conexión macho del desviador. El desviador es luego atornillado a la conexión sustituta superior del anclaje con 135% del torque de acoplamiento API recomendado. Los tornillos de trabajo luego deberán ser apretados sobre la rosca del desviador.

2. Para orientar el desviador, la tarjeta de brújula es puesta sobre la guía de alineación en la parte inferior del anclaje. La cara impresa de la tarjeta de brújula deberá estar orientada en sentido opuesto a la rampa del desviador.

3. El próximo paso es alinear la cara del desviador al rumbo deseado. La escala exterior de la tarjeta de brújula deberá ser rodeada hasta que la cara de la rampa del desviador se alinee con el rumbo deseado. Esto se puede lograr

fácilmente envolviendo un pedazo de cuerda en el orificio del pasador de ruptura del desviador y luego halando hacia abajo sobre la cara del desviador. Un dispositivo de indicación por medio de láser que a menudo es utilizado en presentaciones puede ser utilizado también. Una vez que la tarjeta de brújula se encuentre alineada fijar la tarjeta por medio de imanes ó cinta a la parte exterior del cuerpo del anclaje (Anillo de Retención Enroscado).

4. Para alinear la ranura en el mandril estriado del anclaje se debe efectuar lo siguiente:

   a) Retire los tornillos de fijación del retenedor del mandril estriado.

   b) El próximo paso es orientar la guía de zapata a la orientación de la llave de la empacadura. Este se realiza girando la guía de zapata hasta que la marca indicadora esté alineada con la orientación de la llave de la empacadura. Se deberá tomar la debida precaución para que la tarjeta de brújula no se mueva.

c) Re-ensarte el mandril estriado hasta que las ranuras de los tornillos de fijación se alineen con los orificios de los tornillos de fijación. Atornille los pernos de fijación, aprételos firmemente con una llave hexagonal.

5. El desviador y el anclaje se encuentran ahora listos para ser acoplados al resto del ensamble de herramientas de corte "Window Master".

2.2.3.1 Enroscado y colocación del desviador

1. Enrosque una junta de tubería de perforación de gran peso (HWDP) al fresador de tipo sandía superior, tubería "flex pipe", fresador de tipo sandía inferior y al cortador de ventana (Ensamble "Window Master"). El cortador de ventana deberá ser enroscado con un desconectador de broca/cortador. Es difícil enroscarlo con las tenazas del taladro. Las botellas de perforación deberán ser corridas por encima de la tubería de perforación de gran peso. Un sustituto de tope deberá ser levantado y enroscado cuando se

obtenga un peso de flotación del ensamble dentro del pozo de 2000 a 5000 lb y se encuentre corrido y colgando de la mesa rotaria. El sustituto de tope es muy útil para hallar el punto libre luego de la ruptura del pasador de acople y el corte es mucho más parejo con el sustituto de tope que sin él.

2. Levante el desviador utilizando malacate neumático con el ensamble de anclaje asegurado en la posición de orientación. Tenga cuidado al levantar el desviador. Utilice eslingas de soga ó cadena para levantar el desviador. Nunca utilice eslingas de nylon debido a los filos cortantes del desviador. Con los arietes ciegos del preventor de reventones cerrados, colocarlo en la mesa rotaria. Utilice el orificio en el desviador para asegurarlo en la mesa rotaria.

3. Emperne el cortador de ventana al desviador. Utilice ya sea el orificio de ruptura superior ó inferior en la camisa del cortador de ventana. Asegúrese que el pasador de ruptura se encuentre lo más apretado posible, luego martille el filo del orificio del pasador de

ruptura en la parte trasera del desviador para evitar que el pasador de ruptura se desprenda. Tómese el tiempo necesario para martillar el borde del orificio del pasador de ruptura para asegurarse que no se desprenda por la parte posterior del desviador. Si hubiera un exceso de pasador salido en la parte trasera del desviador, límelo.

4. Ingrese al pozo en forma lenta. (1 ½ a 2 min /90 pies). Asiente la tubería de perforación lentamente sobre las cuñas. Verifique los insertos de cuñas y cámbielos si fuera necesario. Evite paradas abruptas que podrían causar la ruptura del pasador. Deténgase a 30 pies sobre la empacadura.

5. Levante el "kelly" y registre el peso de aflojamiento con y sin el funcionamiento de bombas. Detenga la circulación antes de acoplarse a la empacadura. Asegúrese que las toberas del cortador de ventanas no se encuentren obstruidas.

6. Suelte la tubería lentamente sobre la empacadura, colocando no más de 4000 a 6000 lb de peso sobre ella. Recoja la tubería lentamente para determinar si se ha acoplado a la empacadura. De no haberlo logrado, gire la tubería ¼ de vuelta e inténtelo nuevamente.

   NOTA: Si por algún motivo no se ha logrado el acople luego de una rotación de 2 x 360º, no continúe intentando el acoplamiento utilizando este procedimiento.

   Esto debilitará el pasador de ruptura y podría romperse antes de lograr un acoplamiento positivo, salga del pozo y verifique el ensamble cuidadosamente, prestando especial atención al ensamble de ranura y anclaje-sello. Aunque el diseño de "Window Master" permita la ruptura del pasador de acople sin la pérdida del desviador y evita la aplicación del peso sobre el pestillo del anclaje, se deberá seguir la recomendación indicada arriba.

7. Luego de asegurarse del acoplamiento positivo con 4000 a 6000 lb de peso y hasta el punto neutro. Haga una marca en el "Kelly" ó la tubería de perforación indicando el punto neutro. Se puede efectuar la ruptura del pasador utilizando el halamiento de tubería pero se recomienda utilizar la aplicación de peso para la ruptura del pasador que mantiene al conjunto "Window Master" unido al desviador. Dependiendo del tamaño del "Window Master", el peso requerido para la ruptura del pasador varía entre 20 y 45 klb. Aplique el peso gradualmente hasta obtener la ruptura del pasador. Recoja la tubería hasta el punto neutro. Verifique la libre rotación para asegurar la ruptura del pasador. El sustituto de tope hará fácil hallar la posición neutra. Si el sistema registra un aumento de torque, el pasador no ha sido cortado. Aumente el peso sobre el conjunto y recoja la tubería hasta el punto neutro. Verifique la libre rotación para asegurarse de la ruptura. Registre el torque de rotación libre.

8. Sea cuidadoso al iniciar el corte, utilice únicamente el peso y rotación suficiente para obtener el corte más

parejo. Recuerde que luego de haber cortado a través de la tubería de revestimiento usted aún tendrá que fresar cuidadosamente una distancia de 4 pies. No coloque demasiado peso sobre el conjunto antes de atravesar la ranura de recuperación en el desviador. Inicie con las r.p.m., caudal y peso recomendados para cortar la ventana. Una vez que el muñón del desviador haya sido fresado ó recortado, el “kelly” podrá ser recogido por encima de la marca de punto neutro.

2.2.4 Sistema “Window Master” con anclaje recuperable de corrida de fondo

El anclaje de corrida de fondo es una alternativa para ahorrar tiempo al ensamblaje empacadura/anclaje. El Anclaje de asentamiento mecánico es colocado sobre un tapón puente, tapón de cemento u otro falso fondo. El diseño de tres mordazas consiste de mordazas torcidas horizontal y verticalmente capaces de agarrar un área de 360 grados sobre un cuerpo torsionalmente fijo. El anclaje de corrida de fondo es

un diseño modular que permite usarse con la mayoría de sistemas de desviación. Los anclajes de corrida de fondo están disponibles en diseños permanente y recuperable.

2.2.4.1 Características y beneficios

- Diseño probado.
- Diseño recuperable de retracción de cuñas que previene rayaduras en la tubería de revestimiento durante el proceso de recuperación.
- No requiere circulación para ser activado.
- Las extensiones pueden ser acopladas al émbolo ajustando el fondo de la ventana con relación a la obstrucción ó restricción.
- Puede ser orientado con MWD (15).

2.2.4.2 Desviador "Window Master" y anclaje de corrida de fondo permanente

1. El equipo será enviado al taladro parcialmente ensamblado. El desviador y el anclaje de corrida de fondo deberán estar enroscados y la rosca trabada con adhesivo en el taller, con un torque de 140% del torque de enroscado API recomendado. Recoja el sustituto de asentamiento UBHO (versión para tubería de perforación), enrósquelo con la junta de tubería de perforación de gran peso (HWDP). Recoja la fresa de tipo sandía superior, tubería "flex-pipe", la fresa de tipo sandía inferior y el conjunto cortador de ventanas ("Window Master" BHA) y enrósquelo con la tubería de perforación de gran peso. El cortador de ventana deberá ser enroscado con un desconectador de barrena/fresa. Es difícil enroscarlo con las tenazas del taladro. Se deberá correr botellas de perforación sobre la tubería de perforación de gran peso. Un sustituto de tope deberá ser enroscado cuando se tenga un peso de flotación del ensamble enroscado y corrido en el pozo colgando de la mesa rotaria de

entre 2000 y 5000 lb. El sustituto de tope es muy útil para encontrar el punto libre luego de la ruptura del pasador y el fresado es mucho más parejo con un sustituto de tope que sin él, (facilita el control de W.O.M.).

Nota: El sistema "Window Master" de 5 ½'' consiste de un conjunto ligeramente distinto. Utiliza únicamente un diseño de un solo tipo de fresa tipo sandía para la posición inferior y superior y ambas son de tamaño completo para permitir el desvío de radio corto. La tubería "flex pipe" tiene conexiones "pin-pin".

2. Asegúrese que el sustituto de orientación y la cara del desviador se encuentren alineadas. Asegúrese que el diámetro interno de la botella ó tubería de perforación de gran peso sea lo suficientemente grande para que la herramienta de medición de desviación las atraviese a todo su largo hasta el sustituto de asentamiento UBHO. En vez de correr un sustituto de orientación se puede utilizar un sistema

MWD y alineado con la cara del desviador. El MWD permite tomar lecturas de orientación con tasas de caudal bajas en pozos inclinados con más de 3º de inclinación. El sistema MWD tendría la ventaja de no tener que correr una herramienta de medición a través de la tubería de perforación. El MWD probablemente sería más caro en la primera corrida comparado a la herramienta de medición pero el costo de "wireline" y el costo adicional de tiempo de taladro para correr "wireline" a través de tuberías de perforación deberá ser considerado.

3. Utilizando el malacate neumático recoja el desviador con el ensamble de anclaje de corrida de fondo. Tenga cuidado al levantar el desviador. Utilice eslingas de soga ó cadena para levantar el desviador. Nunca utilice eslingas de nylon debido a los filos cortantes en el desviador. Con las compuertas ciegas del preventor de reventones cerradas, asiéntelo en la mesa rotaria. Utilice el orificio en el desviador para asegurarlo en la mesa rotaria.

4. Emperne el cortador de ventanas al desviador. Se debe hacer uso del orificio del pasador de ruptura en la parte inferior. Asegúrese que el pasador de ruptura calce en forma apretada, luego martille el filo del orificio del pasador en la parte trasera del desviador para asegurarse que el pasador no se desprenda. Tómese el tiempo debido para martillar el filo del orificio para asegurarse que no se desprenda por el lado trasero del desviador. Si existe un exceso de pasador expuesto en la parte trasera del desviador, límelo.

5. Ingrese al pozo en forma lenta (1 ½ a 2 min / 90 pies). Asiente la tubería de perforación lentamente sobre las cuñas. Verifique los insertos de cuñas y cámbielos si fuera necesario. Evite paradas abruptas que podrían causar la ruptura del pasador. Deténgase a 30 pies sobre la empacadura.

6. Vuelva a calcular las medidas de tubería de perforación con relación al fondo de la perforación y determine qué sustituto de tubería de perforación

debe ser recogido para lograr que el bocín del “kelly” calce en el bocín de la mesa rotaria antes de colocar el anclaje en el fondo. Un mínimo de 8’ deberá hallarse disponible en el “kelly” luego de colocar el anclaje en el fondo. Asegúrese de tener a mano varios sustitutos de espaciamiento (“pup joints”) de buena calidad en el sitio de perforación.

7. Ignorar cuando se corra herramientas de MWD. En el caso de utilizar una herramienta de medición de desviación; recoger el "wireline". El “wireline” debe ser corrido con un sustituto de entrada lateral para permitir soltar el torque retenido en la sarta de perforación. La orientación del desviador puede ser lograda con las bombas encendidas girando la mesa rotaria. Apague las bombas durante la toma de lecturas. Esto es muy importante en pozos con altos DLS y alta resistencia en la tubería de perforación.

   En pozos sin ningún DLS ó muy poca resistencia el "wireline" puede ser corrido sin el sustituto de entrada lateral. La sarta de trabajo debe ser orientada con la

sarta en rotación mientras cuelga de las mordazas de tubería de perforación. La ventaja de orientar de esta manera sería el hecho de que el anclaje de fondo del desviador puede ser corrido y colocado en el fondo con la herramienta de medición en sitio cuando se utiliza un propulsor superior (“top drive”).

8. Registre el peso de alzamiento y de aflojamiento con y sin las bombas en funcionamiento. Interrumpa la circulación antes de asentarse en el fondo.

   Asegúrese de que las toberas del cortador de ventanas no se encuentren obstruidas(Ver en Apéndice Fig. B12 y B13).

2.3 Instrucciones de colocación del conjunto “Window Master”

1. “Wireline”: La herramienta de medición de desviación que se asienta en el sustituto de asentamiento UBHO permite girar el desviador hasta la orientación deseada. Luego de conseguir la orientación asegure la mesa rotaria.

2. Retire el “wireline” del pozo.

3. Enrosque el “kelly” y aumente el peso. Luego de tocar fondo y aumentar el peso el anclaje de fondo será activado por medio de la ruptura del conjunto del pasador de ruptura de 9000 lb de peso nominal. El peso de ruptura podrá ser disminuido ó incluso doblado de acuerdo al conjunto de pasador de ruptura utilizado. Luego de la activación del Anclaje de Corrida de Fondo, un peso continuo desplazará la mordaza de colocación hacia arriba sobre el cono de colocación.

   Luego de un desplazamiento de aproximadamente 1 pie ó embolado, las mordazas se asientan sobre el cono y se traban en sitio.

4. MWD: En hoyos con por lo menos 3º de inclinación, con una inclinación y orientación de perforación conocida, el MWD puede ser utilizado para determinar la orientación de la llave de la empacadura. Este método es conocido como el “Método Indirecto” y mide la orientación de la llave de la empacadura con relación al lado alto de la tubería de revestimiento en una medición dada. El método MWD requiere de circulación mientras se determina la orientación

del desviador. Por este motivo enrosque el “kelly” y mantenga el suficiente caudal para obtener las lecturas MWD.

5. Una vez lograda la orientación, asegure la mesa rotaria y aplique aproximadamente 8 klb, peso de ruptura del pasador "Window Master", y coloque el anclaje del desviador en el fondo. Con las bombas apagadas asegúrese de que el anclaje esté colocado con el peso indicado arriba.

6. Recoja la sarta hasta el punto neutro y cuidadosamente pruebe si la sarta presenta resistencia al halamiento. No hale más de 3 a 5 klb. Esto asegura que el anclaje está colocado y trabado. Regrese al punto neutro.

7. Si todo se ve normal y se ha verificado el anclaje de forma positiva; el procedimiento final de colocación podrá ser efectuado. El peso de aflojamiento puede ser incrementado hasta 50 klb para los tamaños "Window Master" de 6 5/8’’ hasta 9 5/8’’ y hasta 30 klb para el "Window Master" de 5 ½’’.

8. Luego de colocar el anclaje, el pasador de ruptura del conjunto de corte podría no estar roto aún. Una vez que el valor de ruptura

máximo (45 klb para 7 & 9 5/8'' y 28 klb para 5 ½'') haya sido aplicado y el pasador de ruptura no haya cedido se puede aplicar un 10% de peso adicional sobre el pasador. En el caso de que el pasador aún así no se rompa, la sarta deberá ser recogida hasta el punto neutro y el peso máximo deberá ser vuelto a aplicar varias veces hasta que el pasador se rompa hacia abajo. Verifique la libre rotación para asegurarse que el pasador se haya roto. Si el sistema produce torque, aplique de 30 klb a 50 klb y recoja la sarta hasta el punto neutro. Repita ésto hasta que se rompa el pasador.

La libre rotación asegura que el pasador se ha roto. No hale demasiado ó podría liberar el anclaje de fondo.

9. Inicie el corte con las r.p.m., caudal de flujo y peso recomendados para cortar la ventana.

2.4 Recomendaciones técnicas para el corte

1. El corte inicial debe efectuarse con un peso bajo y r.p.m. reducidos para asegurar el comportamiento direccional correcto y para garantizar un buen corte en la tubería de revestimiento. El corte

inicial con la rampa direccional de nuevo diseño también garantiza el no cortar el desviador en sí.

2. Se deberá evitar un mayor peso sobre el mandril durante toda la operación de corte. Esto por cierto incrementaría la rata de penetración pero desafortunadamente perderíamos el control del comportamiento lateral del cortador. El cortador podría desviarse hacia la izquierda (en situaciones de buena liga de cemento y formaciones duras). Podría también remorderse sobre la cara del desviador y cortar serias ranuras en la rampa del desviador.

3. Debido a la alta calidad de ventanas logradas con bajo peso, recomendamos no exceder las recomendaciones de peso.

4. Si el cortador de ventanas tiende a disminuir su penetración a mitad de la rampa de desviación, añada más peso para “encorvar” el conjunto y ponerlo fuera de centro. Muchas cortadoras nuevas han sido retiradas del pozo en este punto, éste es el punto donde se debe cortar la mayor cantidad de metal con muy poca velocidad de corte en el centro de la cortadora de ventanas. No exceda el peso máximo recomendado. Si la rata de penetración no se incrementa con el peso máximo permitido, varíe las r.p.m., por ejemplo: efectúe

incrementos de 10 r.p.m. hasta 180 r.p.m. Luego de que la rata de penetración se incremente nuevamente, disminuya ya sea el peso ó disminuya las r.p.m. hasta la velocidad original.

5. Tenga mucho cuidado en los últimos 3 a 4 pies de la ventana. Estamos actuando bajo la presunción que la cortadora de ventanas “saltará” de la faz del desviador cuando el apoyo provisto por el cemento ó la formación sea insuficiente.

   Mantenga la rata de penetración por debajo de 2 pies/hora y es muy probable que el “salto” de la cortadora desde la cara del desviador pueda ser evitado.

6. Luego de cortar el resto de la tubería, intente perforar por lo menos un hoyo de igual largo que el conjunto de corte de ventanas, esto es el largo total desde la cara del cortador de ventana hasta la fresa de tipo sandía superior. Esto le permitirá rimar la fresa de tipo sandía de tamaño completo a través de la ventana hasta el fondo de la ventana.

   Se recomienda perforar un bolsillo de 5 pies de tamaño completo para permitir que el conjunto de perforación direccional se alinee

con la cara de la herramienta y para arrancar el motor de perforación propulsado por lodo.

Nota: El sistema de 5 ½" se encuentra diseñado con una prestación especial probada para radio corto y tendrá una fresa de tipo sandía de tamaño completo en la parte inferior. Este sistema sólo requiere de un hoyo de 5 pies de largo para obtener una ventana de tamaño completo.

7. Recoja la sarta y rime hacia atrás hasta la posición inicial. Marque los puntos apretados y rime hasta que el torque de corte haya desaparecido.

8. Recoja la sarta hasta la posición inicial, atraviese la ventana sin rotación. Con las bombas apagadas si las condiciones del pozo lo permiten. Si el indicador de peso aumenta de lectura rime a través del punto apretado. Recoja la sarta y vuelva a atravesar la ventana hasta que la resistencia a través de la ventana sea mínima. Se ha experimentado en el laboratorio y en el campo que la calidad de la ventana es mejor cuando la ventana es rectificada una sóla vez ó un máximo de dos veces. Si la resistencia se encuentra bajo las 3 a 4 klb la ventana puede ser considerada a estar en buenas

condiciones. Esta recomendación ha reducido el desgaste en las cortadoras y también reduce el agrandamiento innecesario de las ventanas. De esta forma se evita cualquier desviación de la cortadora de ventanas y las desalineaciones de desviador / ventana relacionadas.

9. Circule hasta limpiar el pozo y retire la sarta del pozo.

10. Verifique el diámetro externo de la fresa de tipo sandía superior. Si el diámetro de la fresa se encuentra 1/8'' bajo el diámetro requerido y planificado para el ingreso de conjuntos de perforación, se deberá efectuar una nueva corrida. Corra una fresa de tipo sandía nueva de tamaño completo conjuntamente con el cortador de ventanas de tamaño completo. Rectifique la ventana hasta el tamaño deseado.

11. Permanezca en el sitio de perforación hasta que se haya atravesado la ventana con el conjunto de perforación direccional.

    NOTAS:

    Recuerde que luego de que haya iniciado el corte a través de la tubería de revestimiento usted todavía tiene que fresar cuidadosamente 2 a 3 pies más.

Tenga cuidado con el estabilizador superior del motor direccional al alinear la cara de la herramienta al rumbo deseado. Asegúrese que el estabilizador superior no se encuentre encima de la sección superior del desviador (4 pies por encima del desviador) al intentar alinear la cara de la herramienta. Recoja la sarta en el caso de que se requiera volver a alinear la cara de la herramienta. Siempre atraviese la ventana despacio y cuidadosamente con cualquier conjunto de herramientas.

Trate de evitar rotar hacia arriba ó hacia abajo en la cara del desviador con una barrena ó estabilizador de conos ó PDC. Esto ha sido efectuado exitosamente varias veces pero existe el riesgo de enganchar el tope del desviador y dañar la barrena de conos ó PDC.

Si la ventana requiere de una nueva rectificación, se recomienda utilizar una fresa tipo “Metal Muncher” con cuchillas espirales.

Si se planea colocar el desviador en la proximidad a una unión de tubería de revestimiento, el desviador deberá ser espaciado con la parte inferior de la cara del desviador ó

mejor aún con el cuerpo de diámetro completo del desviador a la altura de la unión. Nunca ubique el desviador en una posición donde la parte superior del desviador se encuentre dentro de una unión de tubería.

Observe el reingreso a través de una ventana con el conjunto de perforación en una corrida subsecuente. En el caso de presentarse problemas en el reingreso, la ventana deberá ser rectificada una vez más para eliminar los sitios apretados en la ventana.

La ventana podrá ser observada, verificada y hallarse en buenas condiciones con ó sin un aumento de resistencia significativo (resistencia bajo las 3 klb). El reingreso a través de una ventana con un conjunto de herramientas de perforación podría presentar una resistencia severa. Esto podría ser causado por formaciones expansivas lo cual dificulta correr equipo de diámetro completo a través de una ventana.

Ciertos tipos de formaciones reactivas pueden hacer imposible la desviación, incluso si la ventana y el hoyo a

continuación han sido cortados previamente sin contratiempo.

Una formación dura y una buena liga de cemento alrededor de la tubería de revestimiento en el punto de desviación hará que el conjunto de perforación tienda a desviarse hacia la izquierda de la orientación de la cara del desviador. La magnitud de la desviación hacia la izquierda es de 5 a 20 grados fuera del rumbo deseado.

Una formación suave y una mala liga de cemento ó incluso áreas socavadas alrededor de la tubería de revestimiento en el punto de desviación provocarán el desvío del conjunto de corte hacia la derecha del rumbo de la cara del desviador.

La desviación aproximada por este motivo hacia la derecha es de 10 a 25 grados fuera del rumbo.

Un peso alto sobre el mandril del conjunto en la formación aumenta la tendencia del conjunto a desviarse ó dirigirse hacia la derecha, esto también podría provocar que el cortador de ventanas atraviese la tubería demasiado pronto

dejando atrás una rebaba en el fondo de la ventana. Es esencial monitorear el peso y torque cuidadosamente a lo largo del proceso de corte.

Al correr fresas cónicas a través de la ventana para propósito de rectificado se deberá tener cuidado de no atascar la fresa dentro de la formación (16).

2.5 Recuperación del desviador

Existen diversos métodos para recuperar el desviador y cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Dependiendo del trabajo a realizar, el supervisor decidirá cual herramienta es la más adecuada para pescar el desviador. En el caso de dificultades tales como la limpieza del alrededor del desviador ó tubería colapsada rodeando la parte superior del desviador, la herramienta de tipo muñón podría ser la mejor alternativa, mientras que en caso de problemas de alineación ó rumbo la herramienta de tipo retenedor podría ser la mejor opción. (Ver en Apéndice Fig. B14).

Para garantizar una recuperabilidad del 100% la lista de equipos para la recuperación del desviador deberá ser completa. Esto significa tener

una herramienta de pesca como herramienta de respaldo y herramientas de corte para triturar el desviador siempre deberán hallarse disponibles en el sitio de perforación.

2.5.1 Herramienta de Recuperación Hidráulica “Tipo Muñón”

1. Antes de ingresar al pozo efectúe una prueba de la herramienta. Recoja la tubería y enrosque la herramienta de recuperación del tipo muñón. Recoja el "kelly" y enrósquelo a la tubería de perforación. Descienda la herramienta de recuperación bajo el nivel de la mesa rotaria y arranque las bombas. Incremente el caudal hasta obtener una presión de aproximadamente 1300 a 1500 psi. Dentro de este rango de presión usted deberá observar un incremento de presión lo cual indica la retracción de la llave. Apague las bombas y retire el "kelly". Adicionalmente determine el caudal al cual se genera una caída de presión de 500 psi a través de la herramienta.

2. Recoja dos juntas de tubería de perforación de gran peso y una junta de tubería de perforación y enrósquelas al sustituto

de orientación (con una área de desvío de flujo para permitir la circulación con la herramienta de medición de desviación en sitio.), un estabilizador excéntrico y una herramienta de recuperación de tipo muñón. Incluir un martillo hidráulico en el conjunto de herramientas. La herramienta de recuperación accionada hidráulicamente con un perfil de cara que corresponda a la cara del desviador se acopla a una ranura en el desviador recuperable. El muñón se retracta con las bombas encendidas y se abre al apagarlas.

- En vez de utilizar una herramienta de medición de desviación con un sustituto de orientación se puede utilizar MWD y alineado con la llave en la herramienta de recuperación.

  Se recomienda utilizar una herramienta de alineación en pozos con un alto torque debido a fricción. En pozos con más de 3º de inclinación se recomienda el uso de MWD.

3. Ingrese al pozo. Antes de efectuar la pesca del desviador enrosque el "kelly" en la sarta y circule por 30 min para limpiar el área circundante y cara del desviador.

Utilice el caudal determinado en superficie que genera una caída de presión de 500 psi a través de la herramienta. Al lavar la cara del desviador incremente el caudal de flujo hasta el punto donde se retracta el “Muñón”. (prueba de superficie).

4. Regule las bombas al caudal de flujo requerido para cerrar la llave de la recuperación. Recoja el peso y alinee la llave de recuperación con la ranura de recuperación del desviador. El estabilizador excéntrico y herramienta de recuperación sólo permitirán aflojar hasta que el sistema llegue al diámetro interno de la tubería de revestimiento y luego se detiene. La alineación puede ser efectuada ya sea por medio de herramientas de medición de desviación ó por medio de MWD. Luego de la regulación de la herramienta de alineación y la cara del desviador asegure la mesa rotaria.

5. Asegure la mesa rotaria luego de que la herramienta de recuperación y la cara del desviador se encuentren alineadas.

6. Suba la tubería hasta 3 pies por encima de la parte superior del desviador. Afloje la sarta hasta que el conjunto de

herramientas de recuperación se detenga ó se encuentre a la profundidad de la ranura del desviador. Apague las bombas. Con las bombas apagadas recoja la tubería e introduzca la llave en la ranura del desviador. Una indicación de halamiento positivo (overpull) no garantiza que la llave se haya acoplado a la ranura del desviador.

7. Un halamiento positivo de 30 a 70 klb soltará el desviador. El rango de halamiento es cuestión de qué sistema de anclaje está siendo utilizado ya sea anclaje de “Corrida de Fondo” ó un anclaje “ML”. Extraiga la sarta. En el caso que el desviador se encuentre colocado por medio hidráulico el martillo hidráulico deberá ser accionado para liberar el anclaje “ML”. El estabilizador excéntrico permitirá soltar suficiente peso para cerrar el martillo y repetidamente accionarlo. En caso de que el estabilizador excéntrico no deje caer el peso, se puede soltar con el “Tapón Asegurador” al final de la herramienta recuperadora. No circule mientras esté tratando de cerrar el martillo.

8. En caso de emergencia, el desviador puede ser desenganchado hidráulicamente del fondo del pozo fácilmente.

9. Ponga atención en los BOP, colgadores del “casing” ó alguna restricción del pozo cuando la herramienta esté saliendo del pozo.

10. No conecte los BOP, colgadores del “casing” ó alguna restricción del hueco cuando la herramienta esté saliendo del pozo.

    Corra “una bola tipo jet y un cesto de pesca” hidráulica para limpiar el borde del pozo (17).

CAPITULO III

III APLICACIÓN DE UN CORTE DE VENTANA EN POZOS DEL ORIENTE ECUATORIANO Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Como ejemplos de aplicación de la técnica de cortes de ventana, citaremos dos casos: el primero fue realizado por la compañía de servicios Anadrill /Schlumberger para la compañía YPF en el campo Amo en agosto de 1998 (18).

El segundo caso corresponde a un trabajo ejecutado por Baker Oil Tools en el campo Gacela de la compañía ORYX. Este fue realizado en junio de 1997 (19).

3.1 Pozo Amo B-9

El pozo Amo B-9 es el sexto pozo horizontal perforado por YPF en el oriente ecuatoriano, el cuarto en el campo Amo. El pozo fue iniciado el 22 de junio de l998, alcanzando una profundidad de 9432 pies, para asentar la tubería de revestimiento el 17 de julio. Al continuar con el trabajo de desviación a esta profundidad, ocurre un accidente atascándose la tubería y el conjunto de herramientas que se indica en el reporte, se intenta pescar, pero nuevamente se atasca y la tubería se rompe; se decide entonces hacer un *corte de ventana* para desviar el pozo a +/- 6640 pies.

El desvío comenzó el 04 de agosto y se alcanzó una profundidad de 10150 pies el 23 de agosto.

El pozo está localizado en la parte Sur-este del anticlinal Amo “B”. El tope de la formación Napo fue detectado a 8981 pies (6853 pies

en profundidad vertical, PV), 16 pies más arriba de lo esperado. El tope del reservorio (Napo M-1,unidad C) fue detectado a 9305 pies (6852 pies, PV), 9 pies más arriba de lo pronosticado. El punto más profundo alcanzado fue de 10150 pies (6853 pies, PV).

La zapata de la tubería de revestimiento de 7 1/2" fue asentada a 9320 pies (6853 pies, PV) con un ángulo de 85.4º. A partir de este punto se perforó horizontalmente 830 pies más, donde fue colocado un "Liner" de producción pre-perforado de 5" (con orificios de 1/8").

3.1.1 El Corte de Ventana

Para realizar este trabajo se contrató los servicios de la compañía Anadrill de Schlumberger.
En este caso se utilizó la técnica de colocación de un tapón de cemento, sobre el cual se orienta el desviador.

El siguiente fue el procedimiento seguido:

1. se bajó al pozo con broca y raspador por debajo de la profundidad de asentamiento del retenedor de cemento .

2. Se corrió un anillo calibrador (conejo) y canasta para desperdicios por debajo de la profundidad de asentamiento del retenedor de cemento.

3. Se asentó el tope del retenedor de cemento a 6624 pies y se procedió a la colocación de un tapón balanceado de cemento. Se esperó el tiempo de fraguado.

4. Se ensambló la sarta de corrida de fondo consistente de anclaje de corrida de fondo, desviador, cortadora de ventanas, sandía fresadora, junta flex, flotador, una junta de tubería de perforación de gran peso (HWDP); se alineó la cara de la herramienta MWD con la cara del desviador y se bajó al pozo.

5. Se bajó hasta el tope del tapón de cemento (6624 pies); se bombeó a través del MWD y se obtuvo la orientación de la cara del desviador.

6. Usando la rotación de la tubería de perforación se posicionó la cara del desviador en la dirección deseada (143º).

7. Aplicando 12000 lb se asentó el anclaje sobre el tapón de cemento. Luego se procedió al corte de la ventana, mientras se circulaba para sacar los desperdicios producidos en el corte. La ventana se cortó completamente con un bajo torque y peso.

8. Se retiró la sarta del pozo.

9. Se ensambló la sarta de perforación direccional y se bajó al pozo para continuar perforando a través de la ventana cortada.

RESULTADO

Fue realizada una prueba con bomba Jet obteniendo un índice de productividad de 16.8 BFPD/psi (4776 BFPD). Se estimó que con la instalación de una bomba electrosumergible el volumen de producción podría alcanzar los 22000 BFPD con un 20% de corte de agua. La producción final alcanzada fue de 16000 BFPD.

- **Lista de Herramientas perdidas en el pozo**

2 Brocas de 12 ¼ “

1 Motor con camisa

1 Válvula flotadora

1 Power pulse - ”MWD + G. Ray”

2 Flex monel

1 Xover

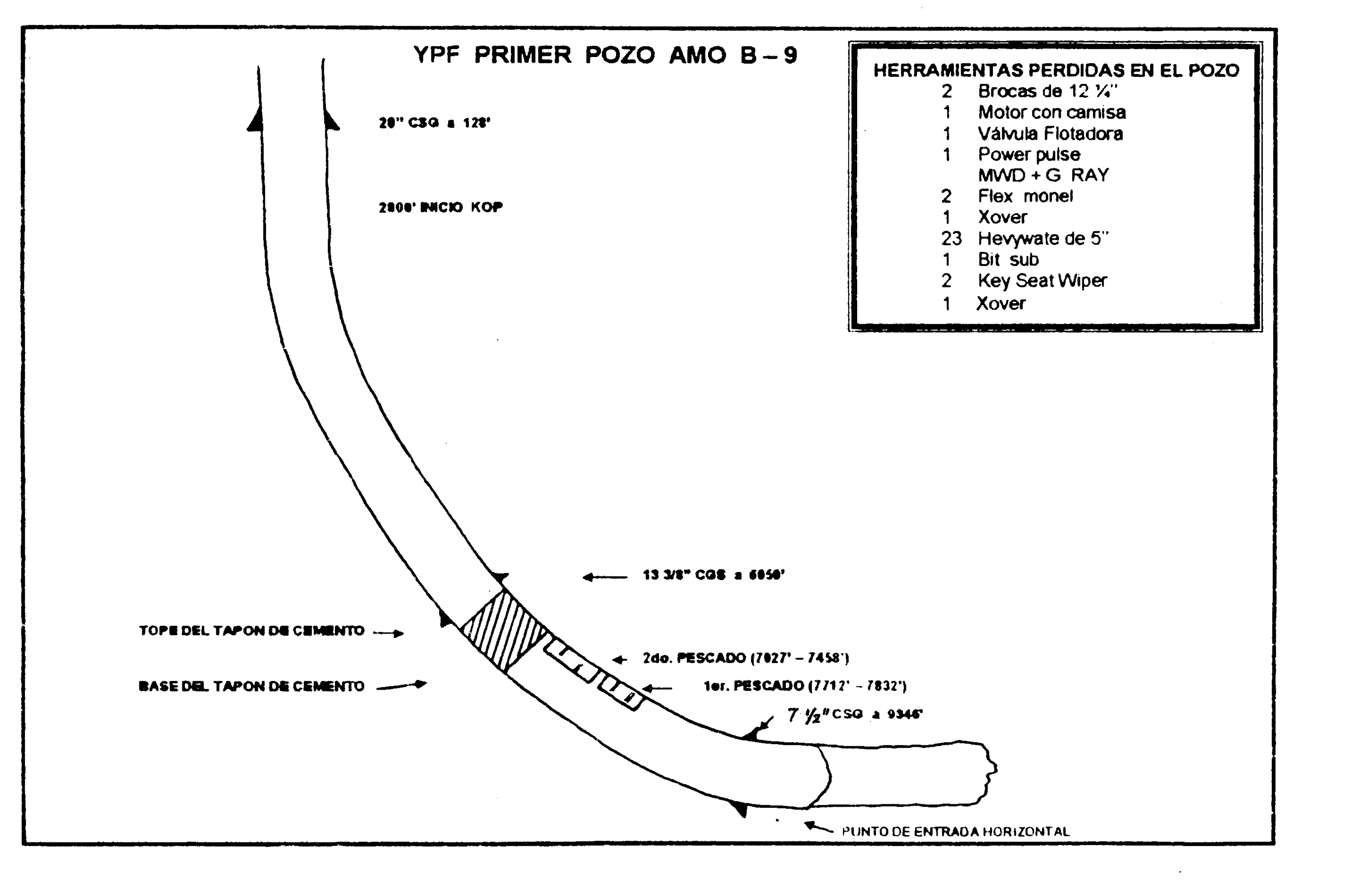
23 Hevy wate de 5”

1 bit sub

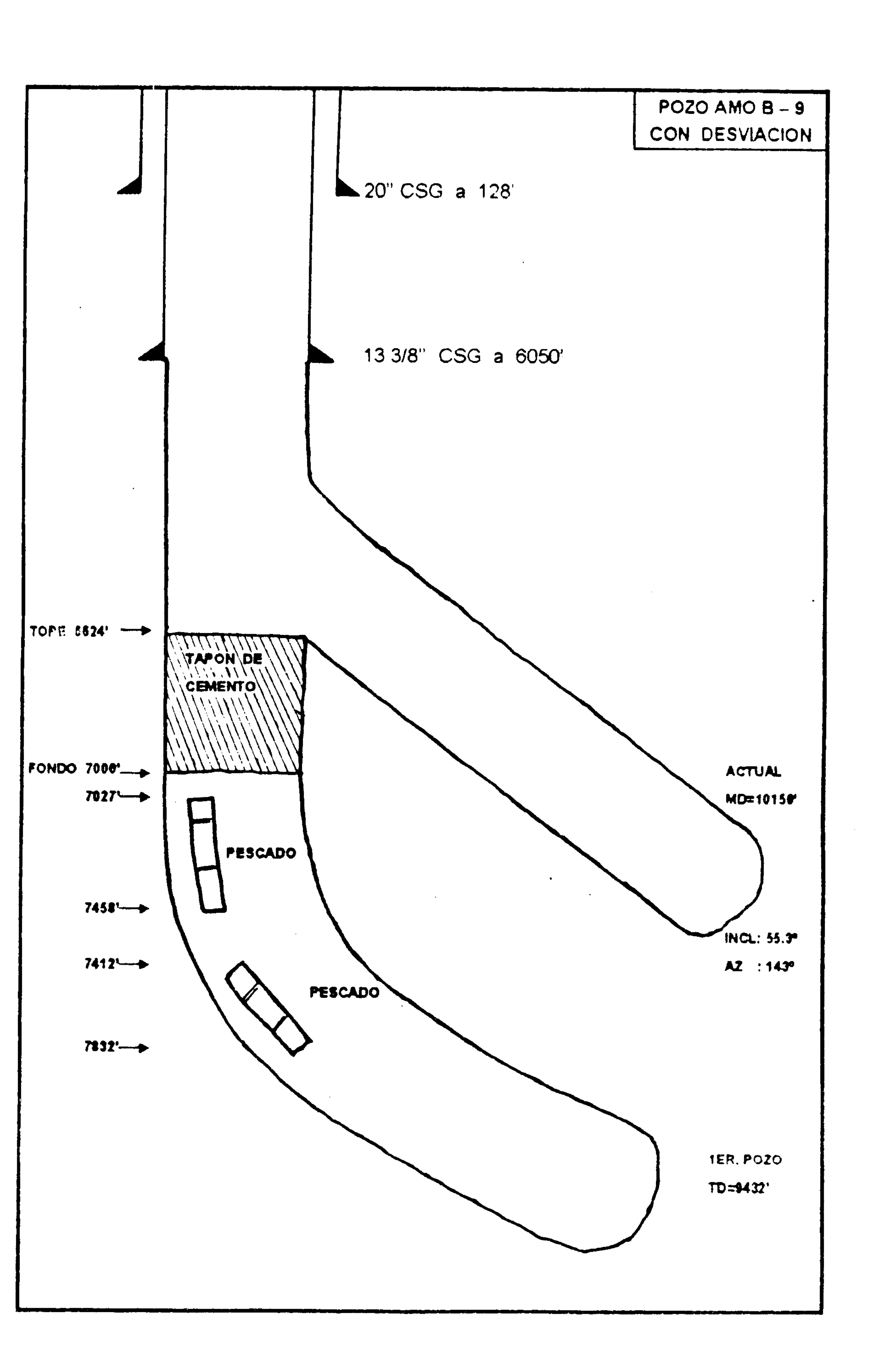
2 Key seat wiper

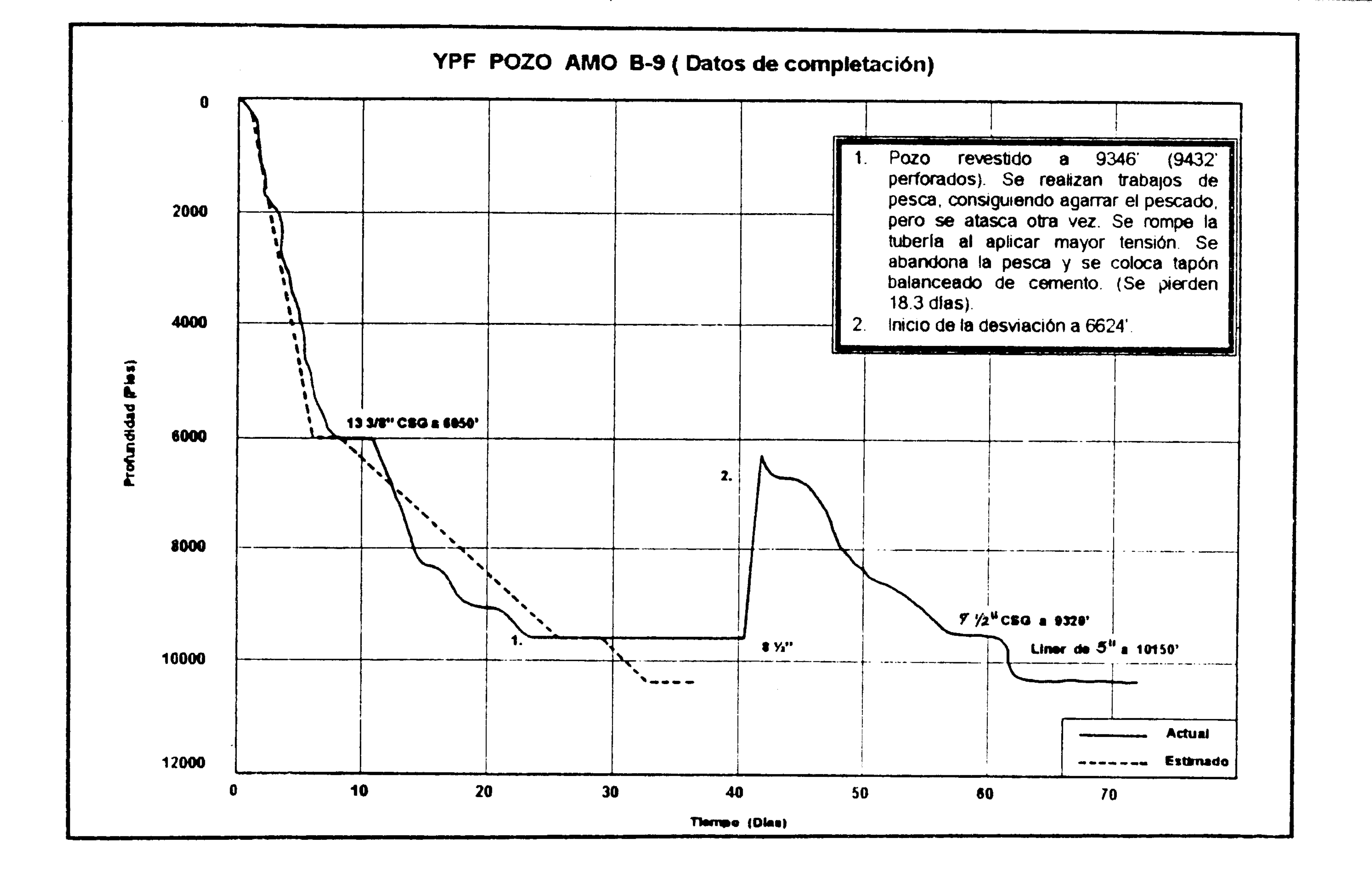
1 Xover

- En los gráficos siguientes se muestra el pozo en sus diferentes fases, asimismo en el apéndice C se incluyen dos tablas, la CI y CII donde se dá más detalles de las operaciones en el pozo.



YPF PRIMER POZO AMO B – 9
20" CSG a 128'
2800' INICIO KOP
13 3/8" CGS a 6850'
TOPE DEL TAPON DE CEMENTO
BASE DEL TAPON DE CEMENTO
2do. PESCADO (7027' – 7458')
1er. PESCADO (7712' – 7832')
7 ½" CSG a 9346'
PUNTO DE ENTRADA HORIZONTAL
HERRAMIENTAS PERDIDAS EN EL POZO
2 Brocas de 12 ¼"
1 Motor con camisa
1 Válvula Flotadora
1 Power pulse
MWD + G RAY
2 Flex monel
1 Xover
23 Hevywate de 5"
1 Bit sub
2 Key Seat Wiper
1 Xover


POZO AMO B – 9
CON DESVIACION
20" CSG a 128'
13 3/8" CSG a 6050'
TOPE 6624'
TAPON DE
CEMENTO
FONDO 7000'
7027'
PESCADO
7458'
7412'
PESCADO
7832'
ACTUAL
MD=10150'
INCL: 55.3°
AZ : 143°
1ER. POZO
TD=9432'


YPF POZO AMO B-9 (Datos de completación)
0
2000
4000
6000
8000
10000
12000
Profundidad (Pies)
0
10
20
30
40
50
60
70
Tiempo (Dias)
1. Pozo revestido a 9346' (9432' perforados). Se realizan trabajos de pesca, consiguiendo agarrar el pescado, pero se atasca otra vez. Se rompe la tubería al aplicar mayor tensión. Se abandona la pesca y se coloca tapón balanceado de cemento. (Se pierden 18.3 dias).
2. Inicio de la desviación a 6624'.
13 3/8" CSG a 6050'
1.
2.
8 ½"
9 ½" CSG a 9328'
Liner de 5" a 10150'
Actual
Estimado

3.2 Pozo Gacela 2

EL Gacela 2 es un pozo vertical perforado hace 5 años por la compañía Oryx.

Con el afán de aumentar la producción se planificó en abril de l997 anexar al pozo otra zona productora, para lo cual era necesario una perforación horizontal.

Para esta perforación se necesitó realizar un *corte de ventana* a +/- 8300 pies de profundidad.

El corte fue ejecutado el 09 de junio de 1997 por la compañía de servicios Baker Oil Tools, con el taladro 227 de Intairdrill y el apoyo de Gyro Data en la orientación. El tiempo necesario para el corte fue de sólo 6 ½ horas. En este caso no se utilizó tapón de cemento ni un tapón CIBP sino una empacadura desviadora sobre la que se asienta el desviador orientado. Para el corte se utilizó el sistema mejorado “Window Master” que brinda ventajas excepcionales como la rapidez en el corte de la ventana, resultado de realizar el trabajo en una sóla corrida.

3.2.1 Procedimiento seguido para el Corte de Ventana

1. Se bajó al pozo con broca y raspador por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

2. Se bajó al pozo con anillo calibrador (conejo) y canasta para desperdicios por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

3. Se ensambló la empacadura "DW-1" y la herramienta de asentamiento modelo "E-4" con el "wireline" y se bajó al pozo lentamente. Se asentó la empacadura a 8300 pies de profundidad.

4. Se acopló la herramienta "Gyro Inteq" al "wireline", se bajó al pozo y se tomó 7 lecturas para verificar la orientación de la llave guía de la empacadura.

5. En superficie se orientó el anclaje " W-2" con el desviador.

6. Se ensambló el "Window Master" a la sarta de fondo consistente del anclaje "W-2", el desviador, cortador de ventana, sandía fresadora, junta flex, sarta de corte,

flotador, una junta de tubería de perforación de gran peso (HWDP), "drill collars", un martillo, botellas de perforación y se bajó al pozo.

7. Se acopló el pestillo del ancla "W-2" a la empacadura con un peso de 5500 lb.

8. Aplicando 26000 lb se inició el corte de la ventana frente al desviador, circulando en todo momento para extraer los desperdicios que resultaron del corte.

9. Con torque ligero se continúa cortando la ventana lo suficiente para que entre y salga sin dificultad la sarta.

10. Se retiró la sarta del pozo dejando concluido el corte de la ventana.

11. Se ensambló la sarta de perforación y se bajó al pozo para continuar perforando horizontalmente.

RESULTADO

El resultado fue exitoso, la producción aumentó en un 43 % (de 11200 BFPD a 16000 BFPD).

3.2.2 Reporte de la operación del Corte de Ventana

Nombre del cliente	:	Oryx Equator Energy
Pozo	:	Gacela # 2
Campo	:	Gacela
Supervisor	:	Stan Zsimansky
Taladro	:	Intairdrill 227
Orientación	:	N20E
KOP a	:	8300 pies
Tope de la ventana	:	8296 pies
Fecha	:	Junio 09 de 1997
Tubería de revestimiento	:	9 5/8 “
Inclinación en KOP	:	0.8º
Tipo de fluido	:	base de petróleo.

- El gráfico a continuación muestra la completación colocada en el pozo desviado, y en el apéndice C se incluye una tabla que muestra el cronograma del corte de ventana (Tabla C III).

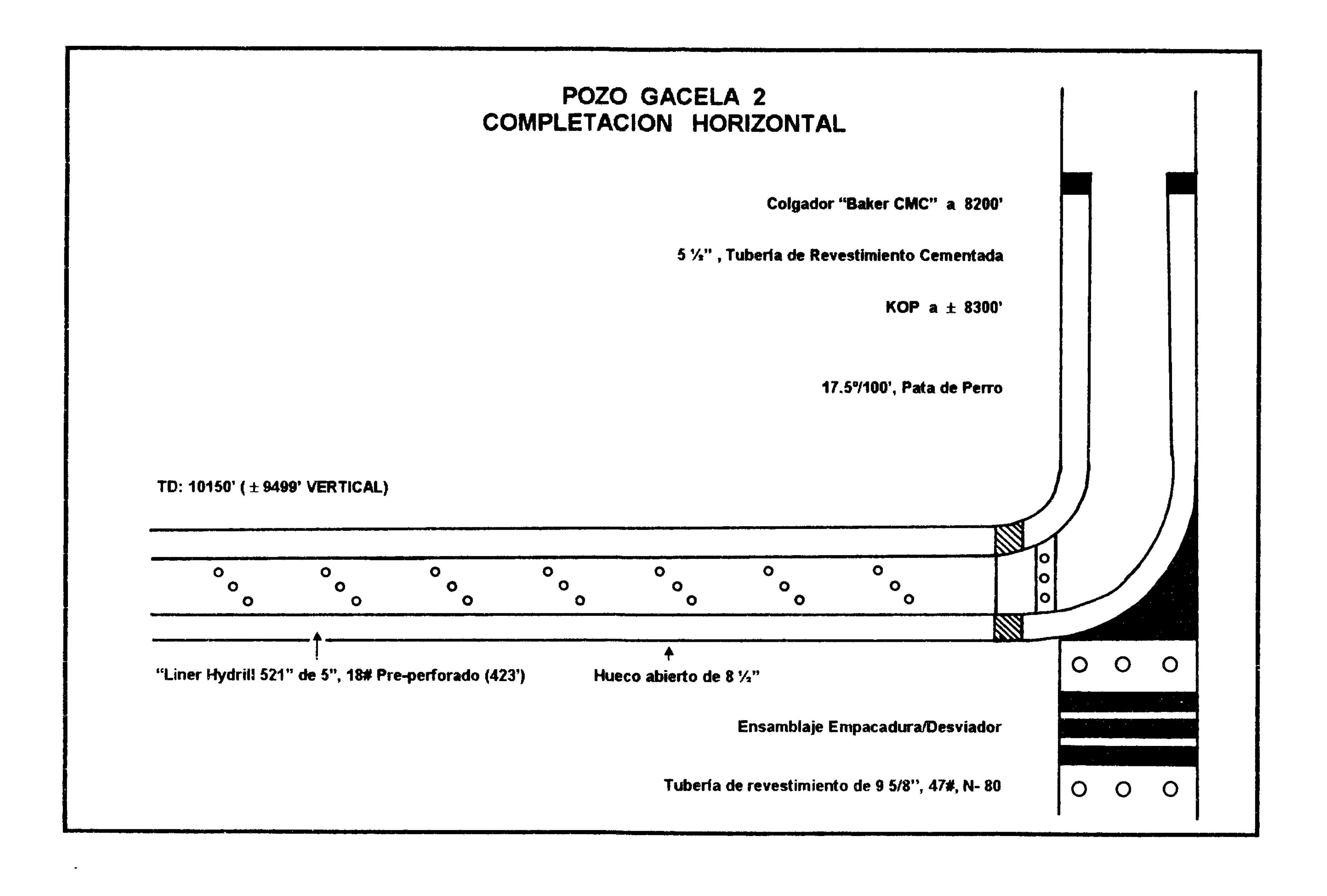

POZO GACELA 2
COMPLETACION HORIZONTAL
Colgador "Baker CMC" a 8200'
5 ½" , Tubería de Revestimiento Cementada
KOP a ± 8300'
17.5º/100', Pata de Perro
TD: 10150' (± 9499' VERTICAL)
"Liner Hydrill 521" de 5", 18# Pre-perforado (423')
Hueco abierto de 8 ½"
Ensamblaje Empacadura/Desviador
Tubería de revestimiento de 9 5/8", 47#, N- 80

TABLA COMPARATIVA

METODO UTILIZADO	SIST. WINDOWMASTER	TAPON DE CEMENTO
Pozo	Gacela 2	Amo B-9
Formación	Esquisto	Arena dura
Temperatura	205º F	180º F
Profundidad	8500 pies	6650 pies
Cementación en KOP	buena	buena
Edad del casing	5 años	nuevo
Medida y tipo de casing	9 5/8'' 47# N-80	9 5/8'' 47# N-80
Medida y tipo de broca	8 ½ '' "Metal Muncher"	8 ½'' PDC
ROP (promedio)	4 a 5 pies/hora	4 a 5 pies/hora
Veloc. promedio de corte del casing	120 RPM	120 RPM
Tiempo requerido para cortar el casing (ventana)	6 ½ horas	8 horas
Nº de corridas efectuadas	2	4
Tiempo total de la operación	32 horas	3 días
Costo de la operación	$ 80.000 x Equipo *	$ 40.000 x Equipo *

* (+) $ 1000 diarios del técnico
(+) $ 600 por hora de taladro

Objetivo de cada corrida

– **Sistema "WindowMaster"**

Primero se debe "conejear" y limpiar el pozo

1ra.- Colocación de la empacadura desviadora

- Se corre "wireline" para verificar la orientación.

2da.- Corte de la ventana

– **Método del Tapón de Cemento**

Primero se debe "conejear" y limpiar el pozo

1ra.- Colocación del tapón de cemento

2da.- Limpieza y prueba del tapón (después de WOC)

3ra.- Colocación de la empacadura

- Se corre "wireline" para orientar la empacadura

4ta.- Corte de la ventana

3.3 Evaluación

La profundidad a la que se realizó el corte de ventana utilizando tapón de cemento fue de 6650 pies; es decir, 1850 pies menos que en el Gacela 2. A pesar de esto, se tardó 3 días en dejar concluido el corte, mientras que en el caso del sistema “WindowMaster” se necesitó sólo de 32 horas (resultado de realizar éste en 2 corridas y el otro en 4).

Si las profundidades fueran similares, la diferencia en tiempo sería considerablemente mayor.

Esto muestra la desventaja en el uso del tapón de cemento porque aunque el costo del equipo sea menor en $ 40.000, se equiparan finalmente al considerar el costo en función del tiempo ($ 600 por hora de taladro más $1000 diario del técnico).

Si a más de esto se considera que se dejó de producir 1.5 días, habiendo sido la producción inicial de 16.000 BFPD, se concluye que el sistema “WindowMaster” es el más ventajoso y recomendable.

Por otro lado la exactitud de la dirección del corte que se obtiene con “WindowMaster” es un parámetro de suma importancia en el trabajo de desviación, que debe considerarse.

CAPITULO IV

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El sistema de Corte de Ventanas funciona como un método práctico recomendable para ser empleado en cualquier caso donde se requiera un trabajo de desviación.

- Prácticamente no hay limitaciones para utilizar esta técnica.

- Este método nos brinda un considerable ahorro de tiempo en comparación con métodos convencionales utilizados anteriormente.

RECOMENDACIONES

- Al realizar un corte de ventana en un pozo revestido debe asegurarse que la cementación en el punto seleccionado sea de buena calidad. De no ser así se seleccionará un punto más arriba.

- Si al seleccionar el nuevo punto para el corte de ventana, la cementación no es la adecuada para proceder; como último recurso se deberá realizar un “squeeze”.

- Se recomienda utilizar el sistema “Window Master” por el considerable ahorro de tiempo que proporciona.

- No se debe olvidar que “el mejor lugar para encontrar petróleo es donde éste ya existe”.

APENDICES

SISTEMA "WINDOW MASTER" EN LA TORRE DE PERFORACION

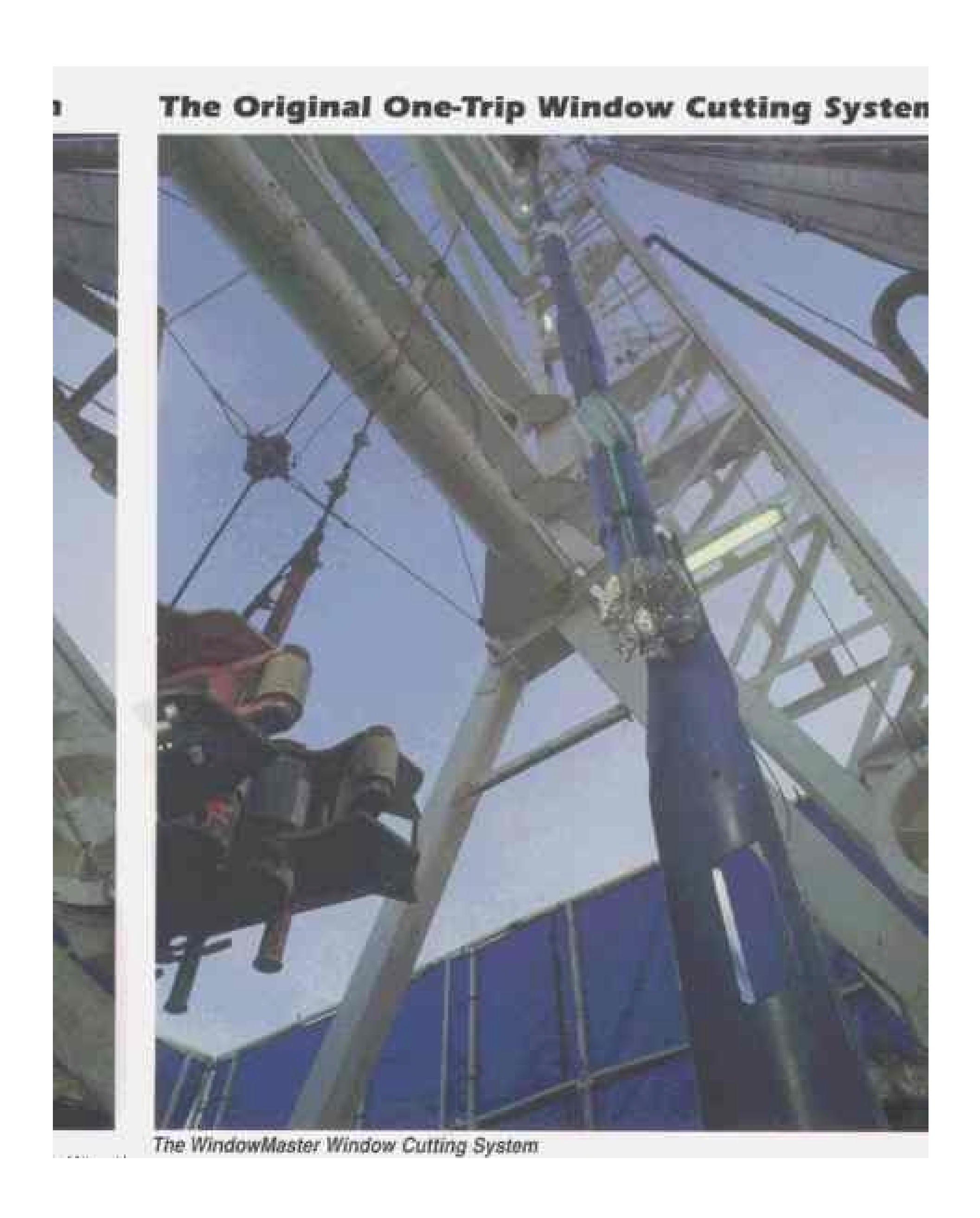


Fig. 1.1

SECUENCIA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA “HYDRO MASTER”



La empacadura desviadora, cortadoras, “MVD” corridas juntas en el pozo.	El desviador orientado por bombeo, a través de la tubería	Presión ean el anular para asentar la empacadura	La ventana es cortada

Fig. 1.2

Empacadura y anclaje del Sistema "Torque Master"

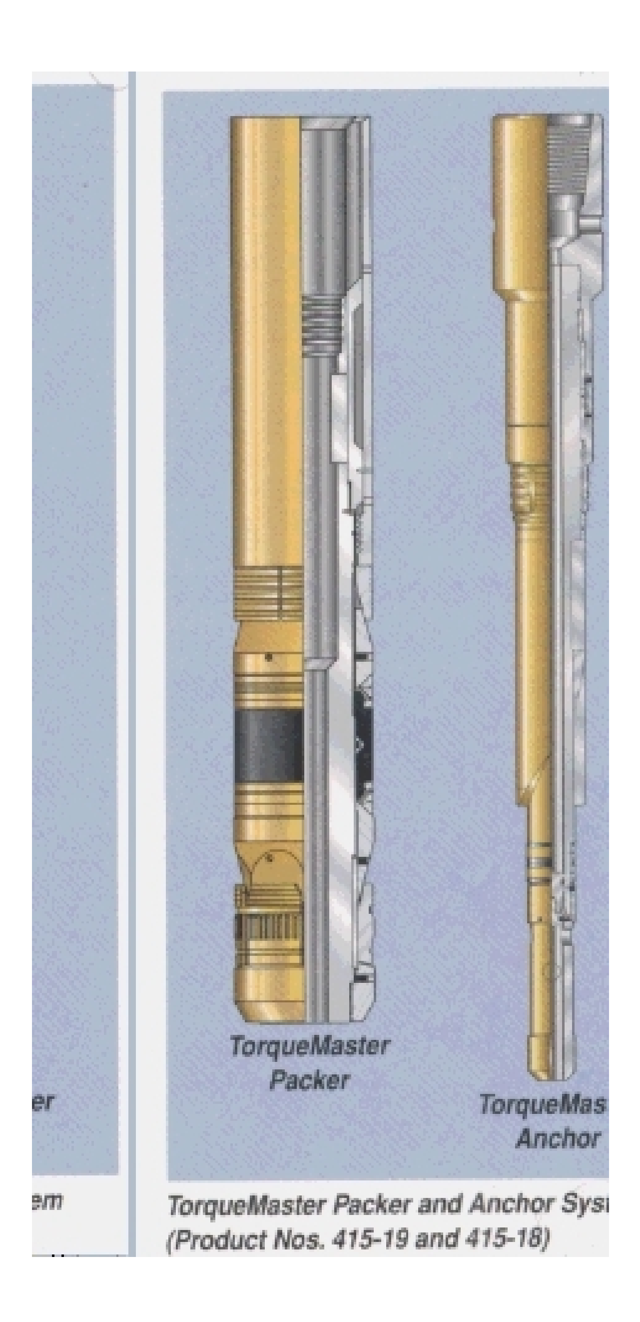
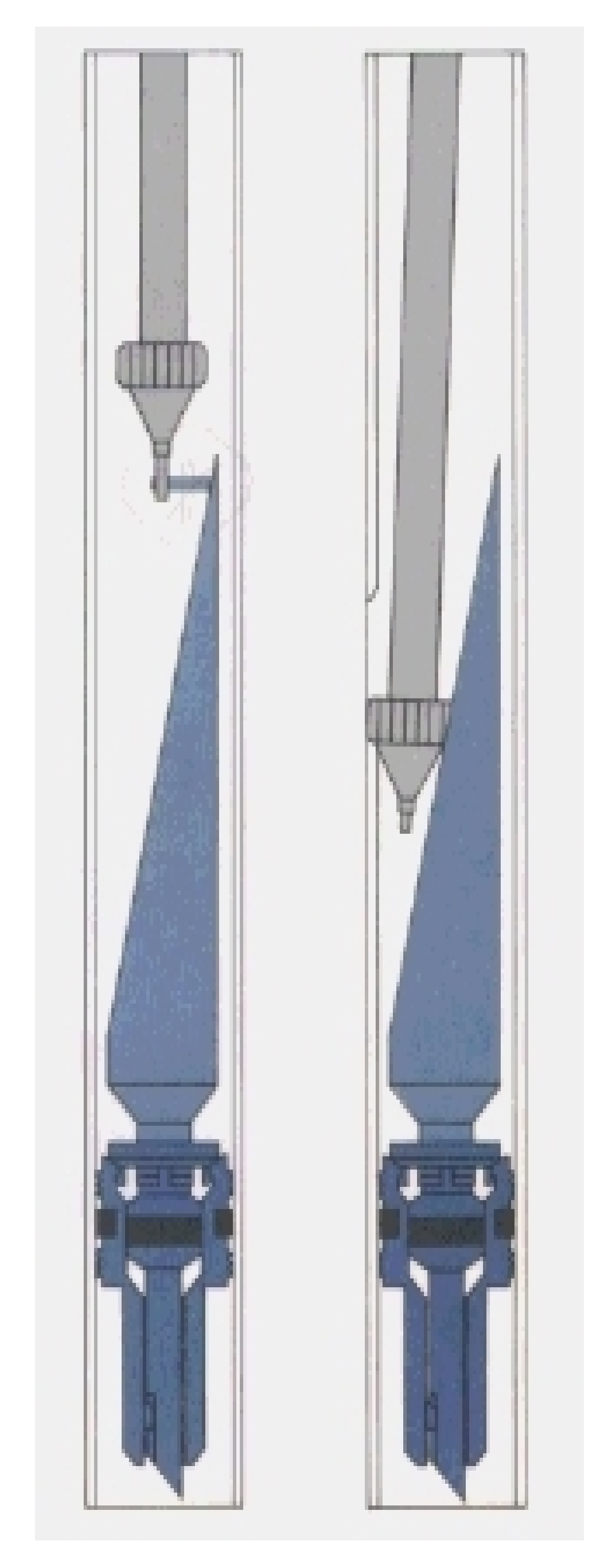


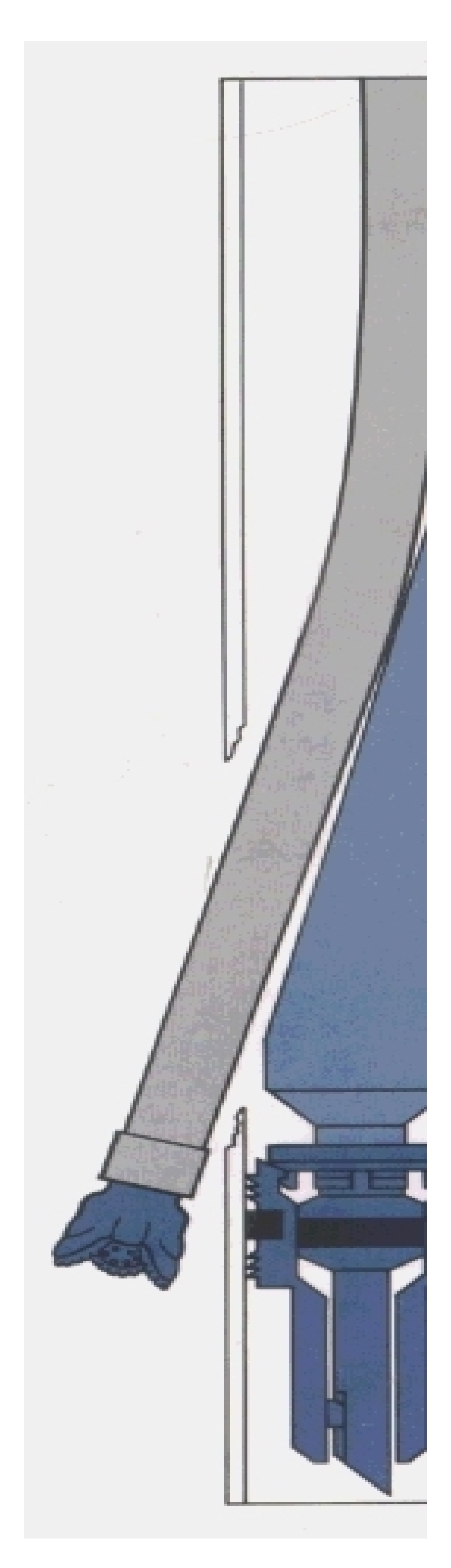
Fig. 1.3



Anclaje Posicióó

Comienza el corte de ventana

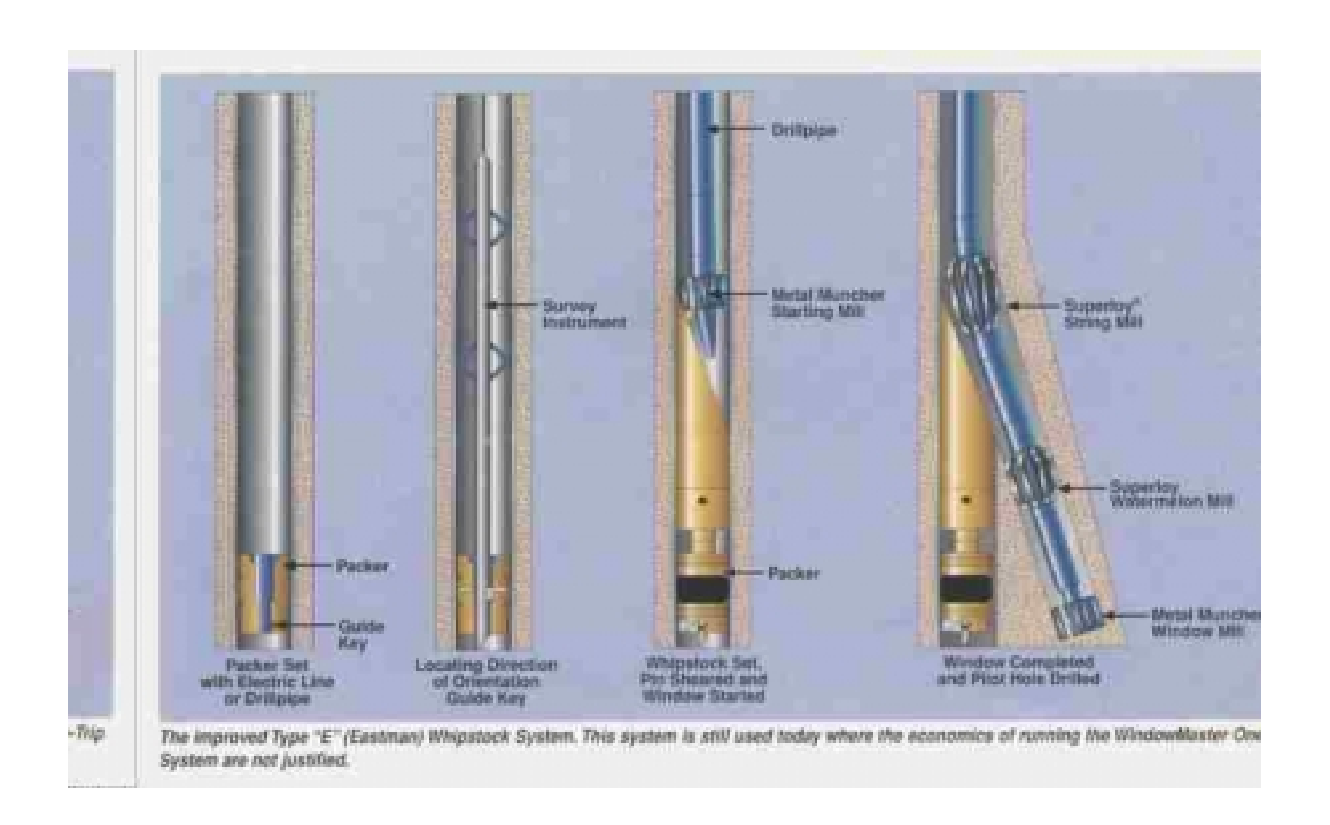
Fig 1.4



Sistema de empacadura y anclaje
De corte de ventana
Fig. 1.5

APENDICE A

SECUENCIA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CORTE DE VENTANAS "WINDOW MASTER"



The improved Type "E" (Eastman) Whipstock System. This system is still used today where the economics of running the WindowMaster One System are not justified.

Empacadura asentada con cable eléctrico o tubería de perforación	Localización de la orientación	Desviador asentado se rompe el "PIN" y comienza a cortarse la ventana	Ventana cortada y hueco piloto perforado

Fig. A1

APENDICE A

TABLA A I

"WINDOW MASTER" ESPECIFICACIONES

Casing Size In. mm	Casing Weight lb/ft Kg/m	Whipstock OD In. mm	Upper Watermelon Mill OD In. mm
5-1/2 140	14.00 6.36	4-1/8 105	4 – 3/4 121
	15.50 7.05	4-1/8 105	4 – 3/4 121
	17.00 7.73	4-1/8 105	4 – 3/4 121
	20.00 9.09	4-1/8 105	4 – 1/2 114
	23.00 9.09	4-1/8 105	4 – 1/2 114
6-5/8 168	20.00 9.09	5-1/2 140	5.875 149
7 178	20.00 9.09	5-1/2 140	6.25 159
	23.00 – 26.00 10.45 – 11.81	5-1/2 140	6.151 156
	29.00 13.18	5-1/2 140	6.151 156
	32.00 14.55	5-1/2 140	5.969 152
	35.00 15.91	5-1/2 140	5.875 149
7-5/8 194	29.70 13.50	6 152	6.75 171
	33.70 15.32	6 152	6.625 168
	39.00 17.73	6 152	6.5 165
	42.80 19.45	5-1/2 140	6.365 162
	45.3 – 47.1 20. 59 – 21. 40	5-1/2 140	6.25 159
9-5/8 244	36.00 16.36	8 203	8.765 223
	40.00 18.18	8 203	8.675 220
	43.50 19.77	8 203	8.6 218
	47.00 21.36	8 203	8.5 216
	53.5 – 58.4 24.31 – 26.54	8 203	8.375 213

APENDICE A

TABLA A II

EMPACADURA DESVIADORA "TORQUEMASTER" ESPECIFICACIONES

Casing Size		Weight		*New Size	RPP Size	Packer Gauge OD		Packer Range				Packer Seal Bore	
								Min ID		Max ID			
In.	mm	Lbs/ft	Kg/m			In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm
5.500	140	23.00	34.30	433-19[(A)]	42-26 D	4.328	110	4.578	116.28	4.868	123.64	1.968	50
		20.00	29.82										
5.500	140	17.00	25.35	450 –19[(A)]	44-26 D	4.500	114	4.819	122	5.090	129		
		15.50	23.11										
		14.00	20.87										
7.000	178	38.00	56.67	569 –26[(A)]	83-40 F	5.687	144	5,801	147	6.123	156	2.688	68
6.625	168	24.00	35.79										
7.000	178	35.00	52.20										
7.000	178	32.00	47.72	588 –26[(A)]	85-40 F	5.875	149	5.990	152	6.293	160		
		29.00	43.24										
7.000	178	26.00	38.27	600–26[(A)]	87-40 F	6.000	152	6.187	157	6.750	171		
		23.00	34.30										
7.625	194	42.80	63.83										
7.000	178	20.00	29.82	625 –26[(A)]	89-40 F	6.250	159	6.376	162	6.750	171		
7.625	194	42.80	63.83										
7.000	178	20.00	29.82										
7.750	197	46.10	68.75										
7.000	178	17.00	25.35										
7.625	194	39.00	58.16										
7.625	194	33.70	50.25	650 –26[A)]	91-40 D	6.500	165	6.662	169	7.129	181		
		29.70	44.29										
		26.40	39.37										
		24.00	35.79										
9.625	245	53.50	79.78	813 –26[(A)]	194-47 D	8.125	206	8.405	213	9.050	230		
		47.00	70.09										
		43.50	64.87										
		40.00	59.65										
		36.60	54.58										
10.750	273	40.50	60.40	944 –26[(A)]	214-47 D	9.437	240	9.604	244	10.190	259		
		45.50	67.85										
		51.00	76.05										
		55.50	82.77										

APENDICE A

TABLA A III

ANCLAJE DE CORRIDA DE FONDO
ESPECIFICACIONES

Casing Size In. mm	Casing Weight lb/ft kg/m	Anchor OD In. mm	Assembly Number
5 – ½ 140	14.00 – 15.50 6.36 – 7.04	4.693 119	150 – 55 – 5503
5 – ½ 140	17.00 –20.00 7.72 – 9.09	4.475 114	150 – 55 – 5504
7 178	23.00 – 29.00 10.45 – 13.18	5.906 150	150 – 55 – 7003
7 178	32.00 – 38.00 14.54 – 17.27	5.784 147	150 – 55 – 7004
7 – 5/8 194	29.70 – 33.70 13.50 – 15.31	6.510 165	150 – 55 – 7601
7 – 5/8 194	42.80 – 47.10 19.45 – 21.41	6.190 157	150 – 55 – 7602
9 – 5/8 244	32.30 – 36.00 14.68 – 16.36	8.625 219	150 – 55 – 9603
9 – 5/8 244	40.00 – 53.50 18.18 – 24.32	8.419 214	150 – 55 – 9602

TABLA A IV

HERRAMIENTA DE RECUPERACION TIPO MUÑON
ESPECIFICACIONES

Casing Size		Casing Weight		Tool OD		
In.	mm	Lb/ft	Kg/m	In.	mm	Connection
5 – ½	139.7	14 – 20	20.87 – 29.82	4.125	104.8	2 – 7/8 API IF
7	177.8	20 – 38	29.82 – 56.67	5.25	133.4	3 – 1/2API IF
7 – 5/8	193.7	26.4 – 47.1	39.37 – 70.24	5.25	133.4	2 – 1/2 API IF
9 – 5/8	244.5	40 – 58.4	59.65 – 87.09	6.325	161.9	2 – 1/2 API IF

APENDICE A

EMPACADURA DESVIADORA “TORQUE MASTER”

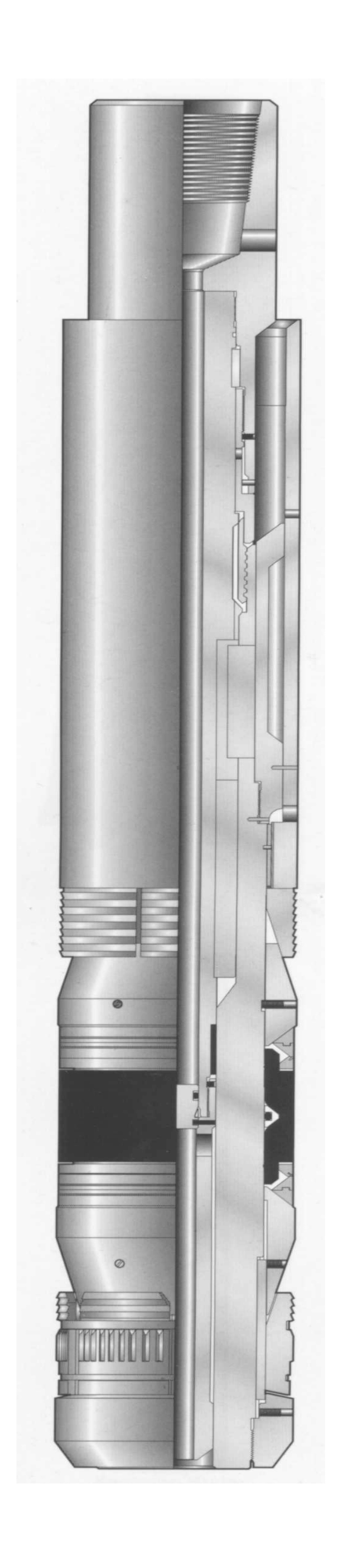


Fig. A2

APENDICE A

EMPACADURA CORTADOR “METAL MUNCHER”

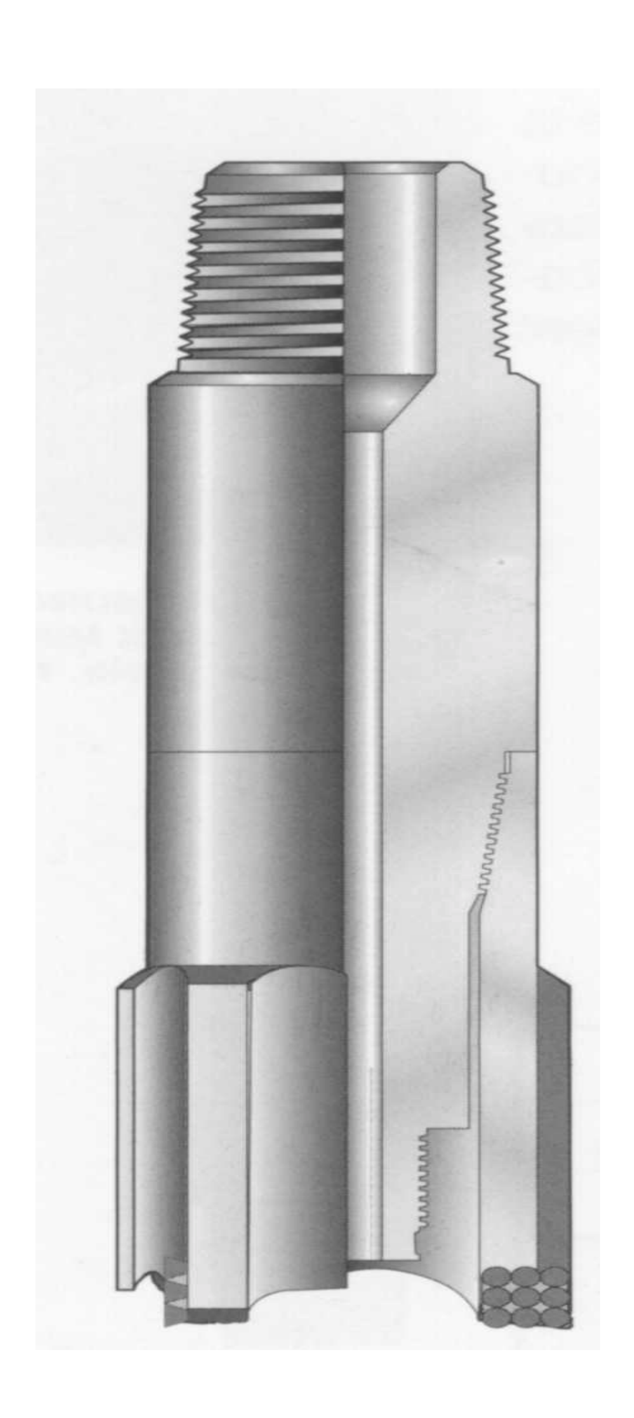


Fig. A#

APENDICE A

CORTADOR DE SECCION “METAL MUNCHER”

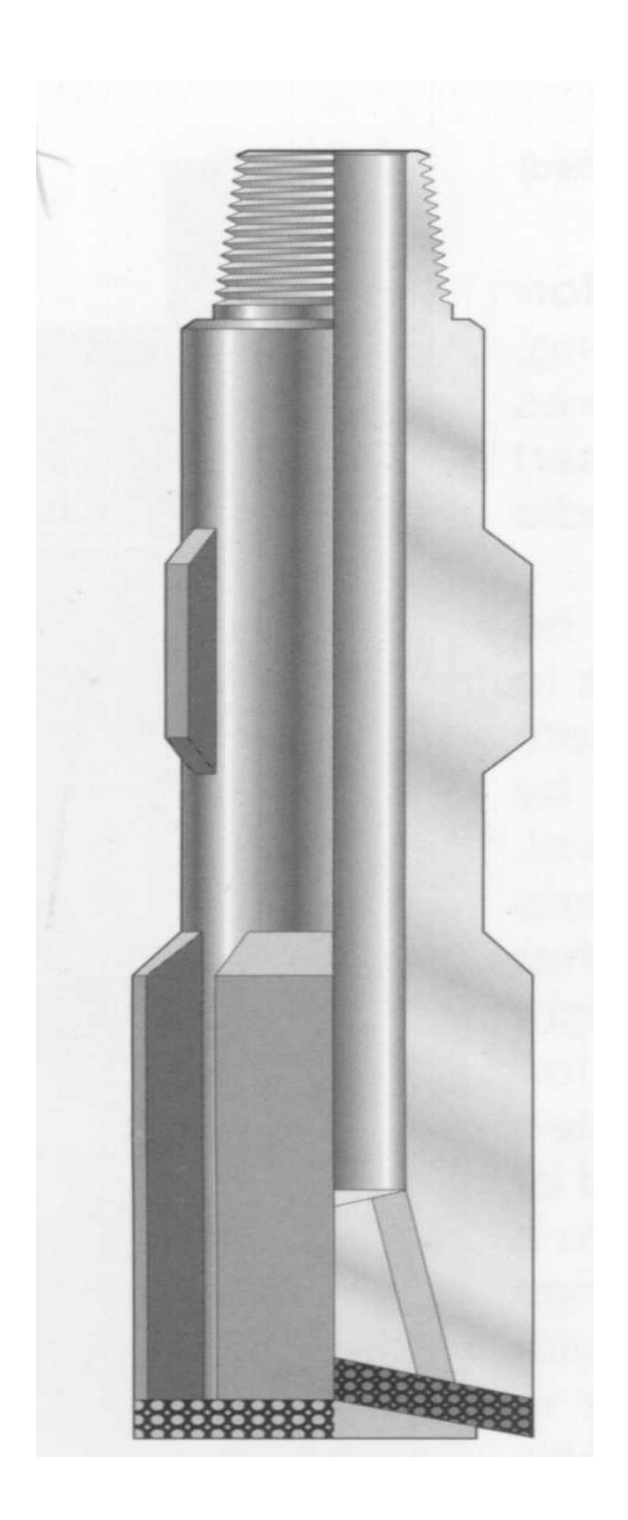


Fig. A4

APENDICE A

CORTADOR PILOTO “METAL MUNCHER”

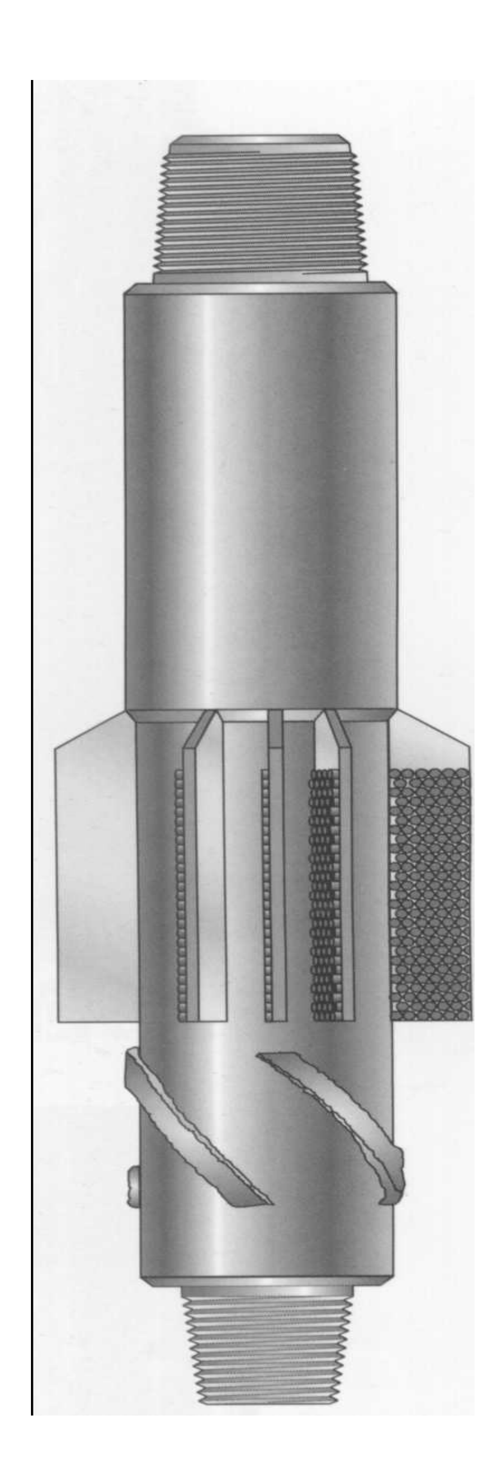


Fig. A5

APENDICE A

TABLA A V

EMPACADURA DESVIADORA “ML”
ESPECIFICACIONES

Casing Size		Weight		New Size	RPP Size	Packer Gauge OD		Packer Range				Packer Seal Bore	
								Min ID		Max ID			
In.	mm	Lbs/ft	Kg/m			In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm
7.000	178	38.00	56.67										
6.625	168	24.00	35.79	569-47x388	83-40 F	5.687	144.4	5.801	147.3	6.123	155.5		
7.000	178	35.00	52.19										
7.000	178	32.00	47.72	588-47x388	85-40 F	5.875	149	5.990	152.1	6.293	159.8		
		29.00	43.24										
7.000	178	26.00	38.77										
		23.00	34.30	600-47x388	87-40 F	6.000	155	6.187	157	6.750	171		
7.625	194	42.80	63.83										
7.000	178	20.00	29.82										
7.625	194	42.80	63.83									4.750	121
7.000	178	20.00	29.82	625-47x388	89-40 F	6.250	159	6.376	162	6.750	171		
7.750	197	46.10	63.83										
7.000	178	17.00	25.35										
7.625	194	39.00	58.16										
		33.70	50.25										
7.625	194	29.70	44.29	650-47x388	91-40 F	6.500	165	6.662	169	7.129	181		
		26.40	30.37										
		24.00	35.79										
		53.50	79.78										
		47.00	70.09										
9.625	244	43.50	64.87	813-47x388	194-47 F	8.125	206	8.405	2134	9.050	230		
		40.00	59.65										
		36.60	54.59										

APENDICE A

TABLA A VI

SISTEMA DESVIADOR "WINDOW MASTER" RECUPERABLE ESPECIFICACIONES

CASING DIAMETERS (inches)	CASING WEIGHT (#/ ft)	CASING DRIFT (inches)	ASSEMBLY NO.	WHIPSTOCK NO. (5)	WINDOW mILL NO. (4)	LOWER WATERMELOM MILL NO. (3)	FLEX JOINT NO. (2)	UPPER WATERMELON MIL NO. (1)
5 - ½	23.00	4.545	150945505			151094204	094453100	151094503
	20.00	4.653	150945504			151094204	094453100	151094503
	17.00	4.767	150945503	150764502	151075502	151094707	094453100	151094708
	15.50	4.825	150945502	150764502	151075501	151094707	094453100	151094708
	14.00	4.887	150945501	150764502	151075501	151094707	094453100	151094804
6 – 5/8	32.00	5.550						
	28.00	5.666						
	24.00	5.796						
	20.50	5.924	150947005	150765503	151075502	151095601	094354500	151095903
7	41.00	5.695						
	38.00	5.795						
	35.00	5.879	150947005	150765503	151075502	151095601	094354500	151095801
	32.00	5.969	150947004	150765503	151075502	151095601	094354500	151095903
	29.50	6.059	150947003	150765504	151075602	151095801	094354500	151096003
	26.00	6.151	150947002	150765504	151075702	151095801	094354500	151096103
	23.00	6.241	150947002	150765504	151075702	151095801	094354500	151096103
	20.00	6.331	150947605	150765505	151077603	151097606	094354500	151096205

APENDICE A

TABLA A VII

SISTEMA DESVIADOR “WINDOW MASTER” RECUPERABLE (Cont.)
ESPECIFICACIONES

CASING DIAMETERS	CASING WEIGHT	CASING DRIFT	ASSEMBLY NO.	WHIPSTOCK NO. (5)	WINDOW MILL NO. (4)	LOWER WATERMELOM MILL NO. (3)	FLEX JOINT NO. (2)	UPPER WATERMELON MIL NO. (1)
(inches)	(#/ ft)	(inches)						
7 – 5/8	47.10	6.250	150947605	150765505	151076003	151097606	094354500	151096205
	45.30	6.310	150947605	150765505	151076003	151097606	094354500	151096205
	42.80	6.376	150947604	150765505	151076003	151097606	094354500	151096301
	39.00	6.500	150947603	150766002	151076301	151097605	094354500	151096705
	33.70	6.640	150947602	150766002	151076301	151097605	094354500	151096705
	29.70	6.750	150947601	150766002	151076301	151097605	094354500	151096704
	26.40	6.844						
	24.00	6.900						
9 – 5/8	58.40	8.375	150949608	150768005	151078002	151098001	094469900	151098304
	53.50	8.375	150949608	150768005	151078002	151098001	094469900	151098304
	47.00	8.5	150949607	150768005	151078002	151098001	094469900	151098507
	43.50	8.599	150949606	150768004	151078101	151098201	094469900	151098602
	40.00	8.679	150949605	150768004	151078101	151098201	094469900	151098606
	36.00	8.765	150949609	150768004	151078101	151098201	094469900	151098703

APENDICE B

PRESADORA TIPO SANDIA

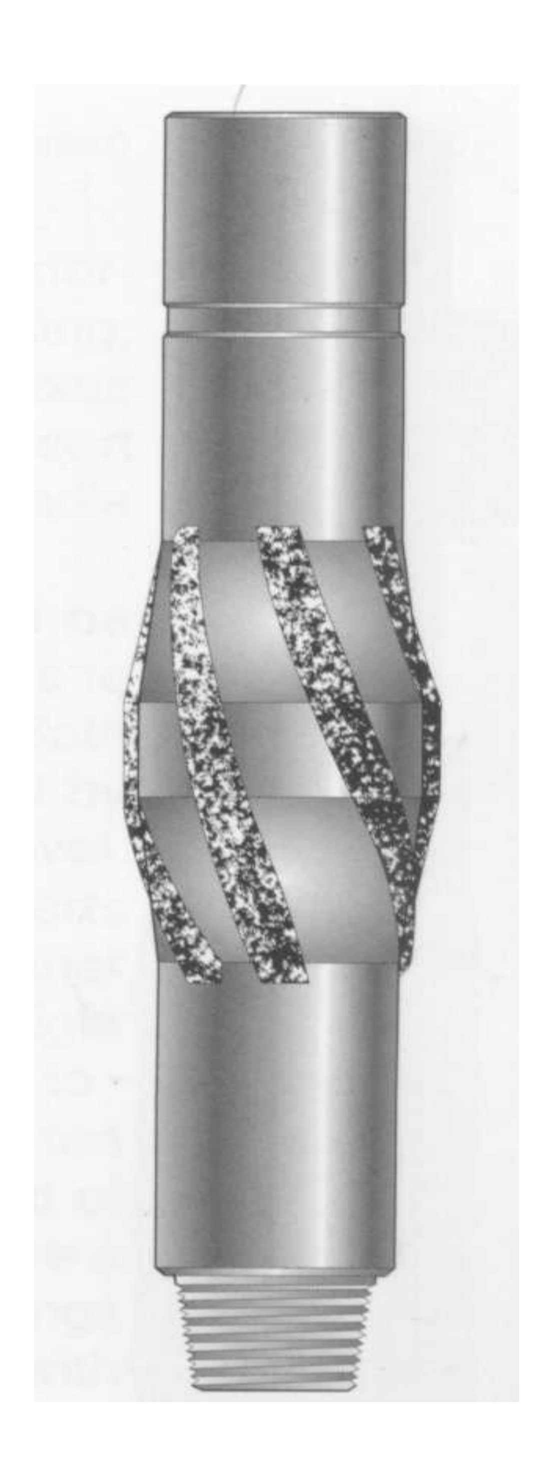


Fig. B1

APENDICE B

RIMADOR “DOG LEG”

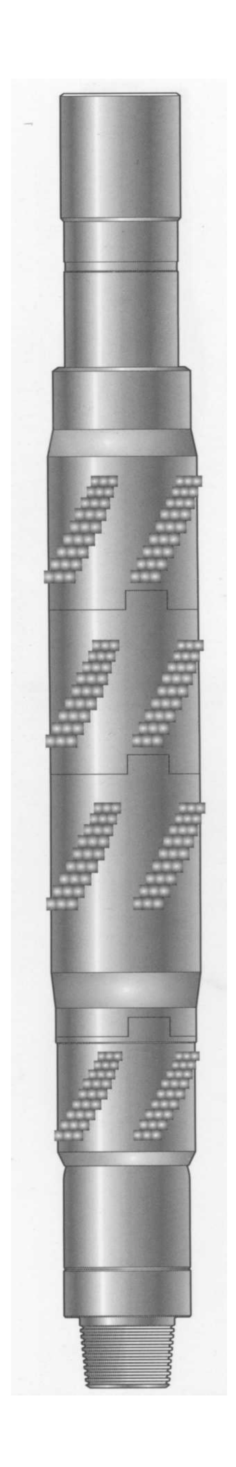
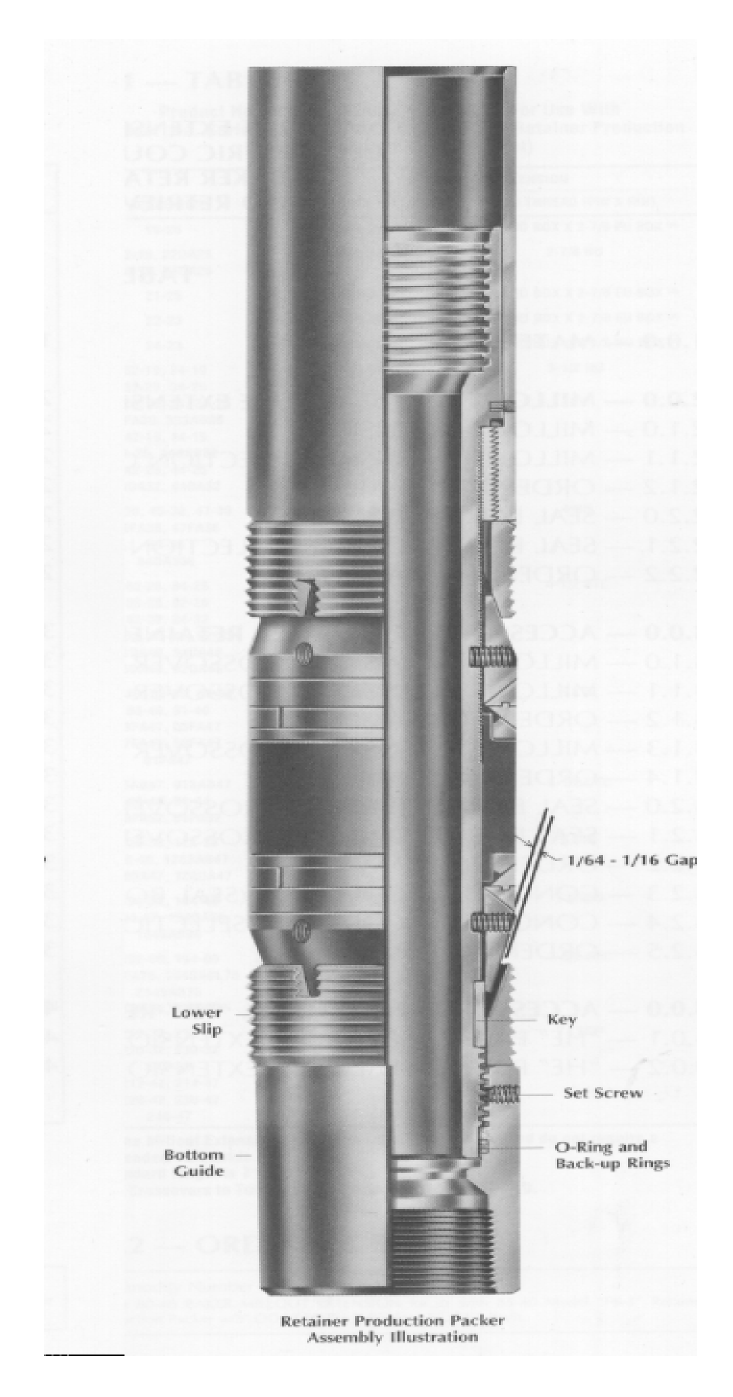


Fig. B2

APENDICE B

EMPACADORA RETENEDOR DE PRODUCCION



Retanier Production Packer

Fig. B3

APENDICE B

ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE CORTE DE VENTANAS CON EMPACADURA Y ANCLAJE

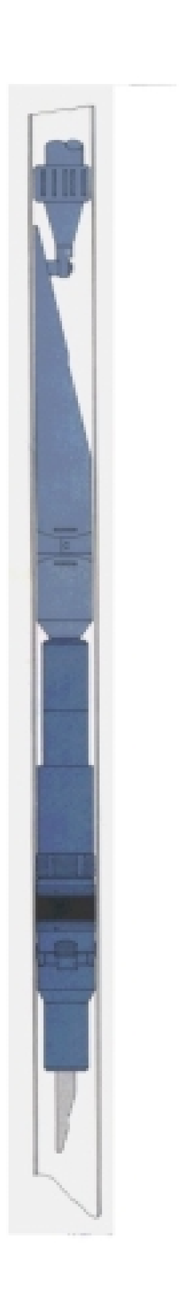


Fig. B4

APENDICE B

EMPACADORA DESVIADORA MULTILATERAL “ML”

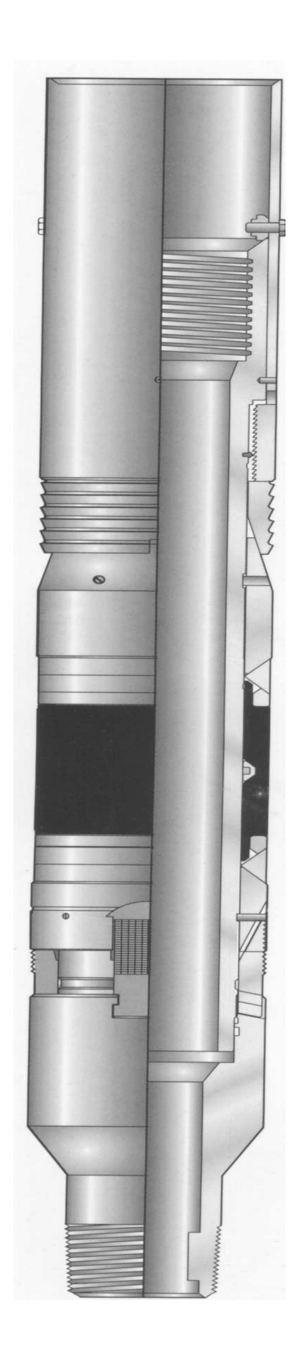


Fig. B5

APENDICE B

HERRAMIENTA DE ASENTAMIENTO “B-2”

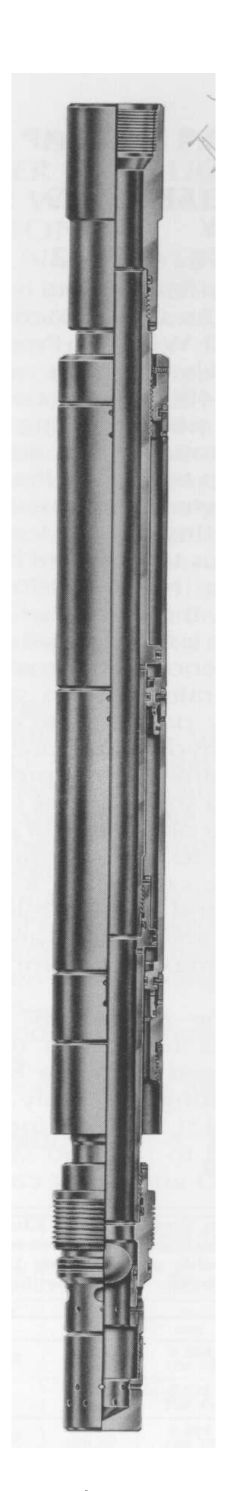


Fig. B6

APENDICE B

HERRAMIENTA DE ASENTAMIENTO “BH”

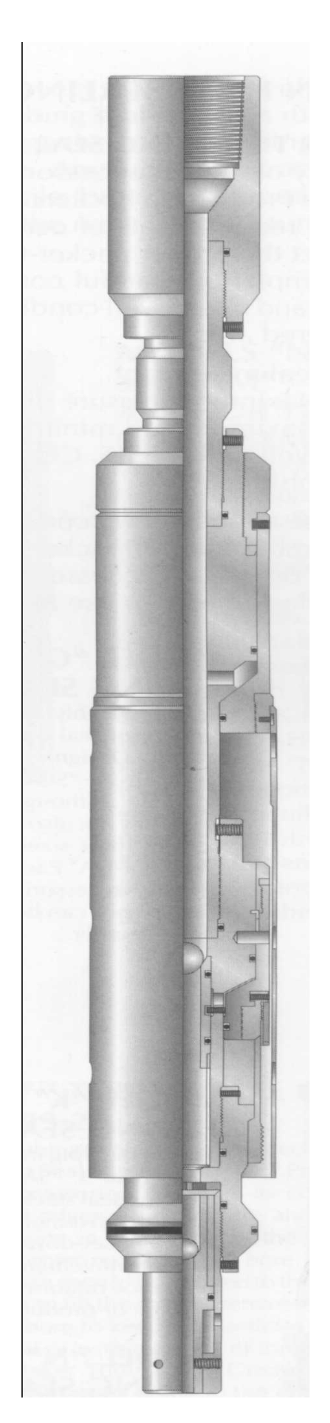


Fig. B7

APENDICE B

ENSAMBLAJE DE ASENTAMIENTO HIDRAULICO "J"



Fig. B8

APENDICE B

CILINDRO DE EXPOSICION UNICA



Fig. B9

APENDICE B

ESTABILIZADOR HIDRAULICO

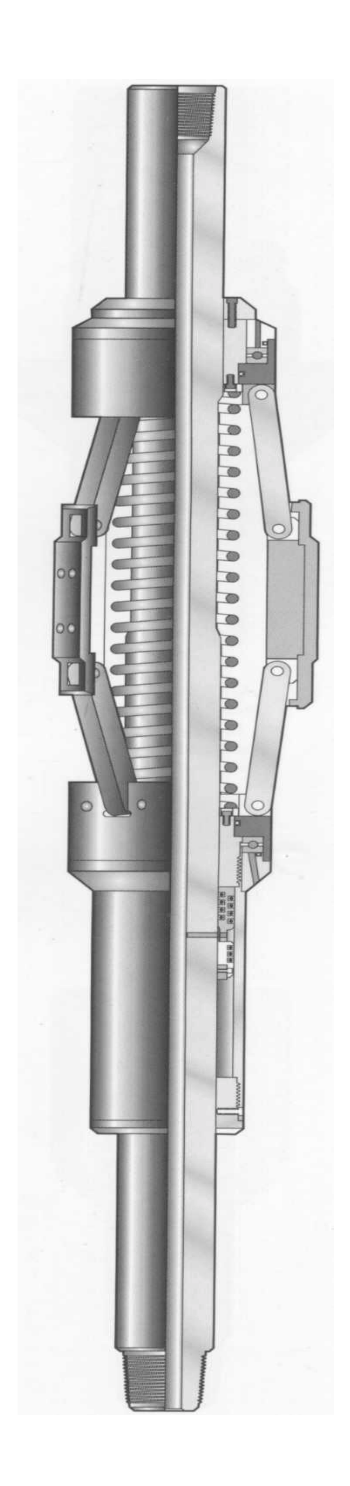


Fig. B10

APENDICE B

HERRAMIENTA DE ORIENTACION DEL DESVIADOR “GYRO”

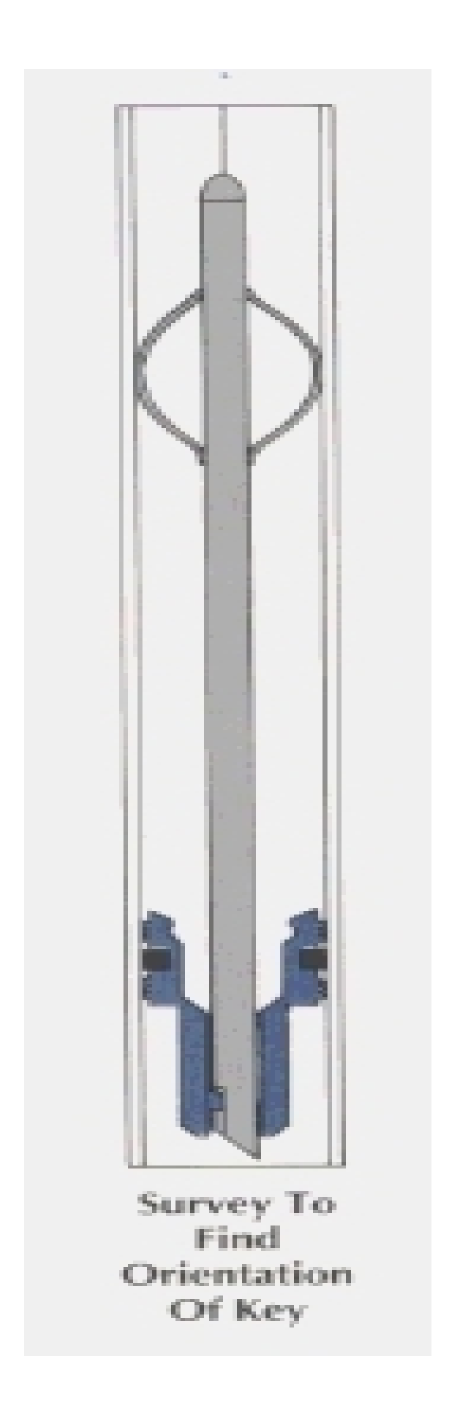


Fig. B11

APENDICE B

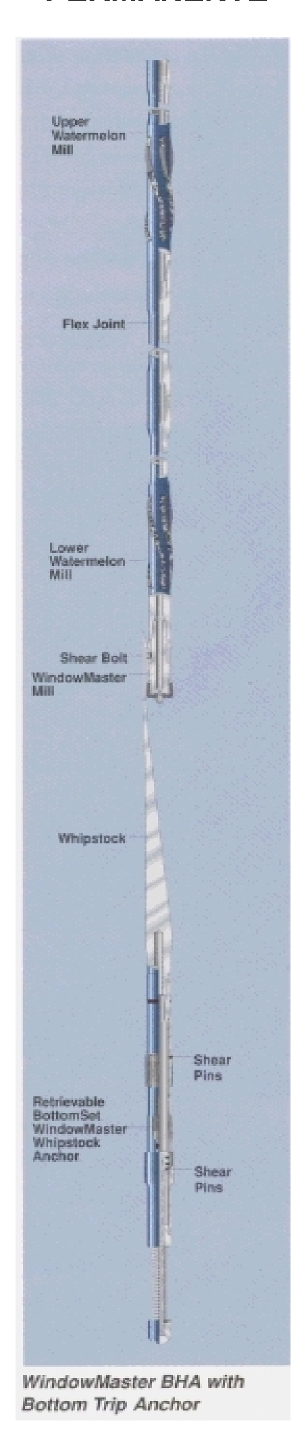
ANCLAJE DDE CORRIDA DE FONDO RECUPERABLE



Fig. B12

APENDICE B

SISTEMA “WINDOW MASTER” CON ANCLAJE DE CORRIDA DE FONDO PERMANENTE



WindowMaster BHA with Bottom Trip Anchor

Fig. B13

APENDICE B

HERRAMIENTA DE RECUPERACIÓN HIDRAULICA TIPO MUÑON

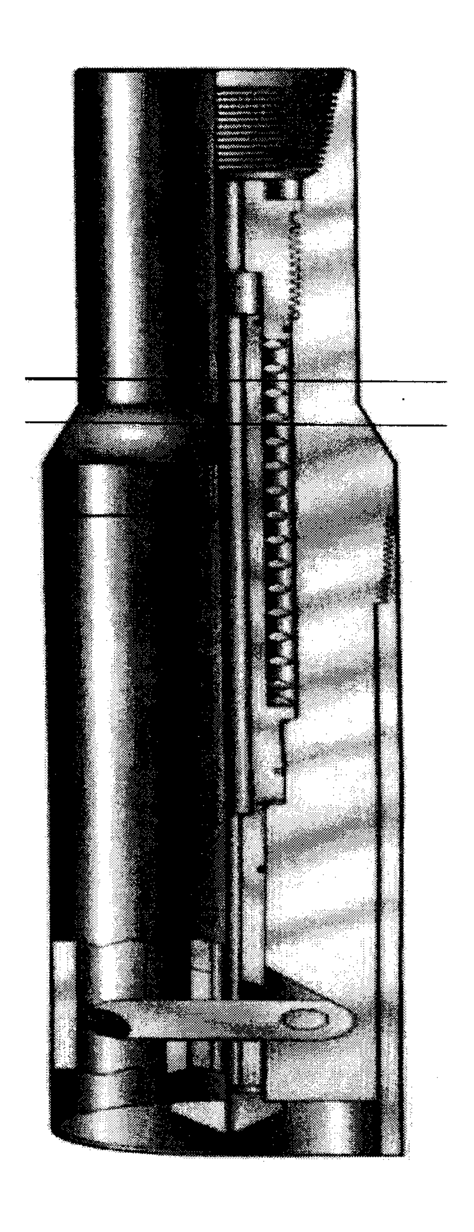


Fig. B14

APENDICE B

HERRAMIENTA SUSTITUTO DE TOPE "TOP SUB"

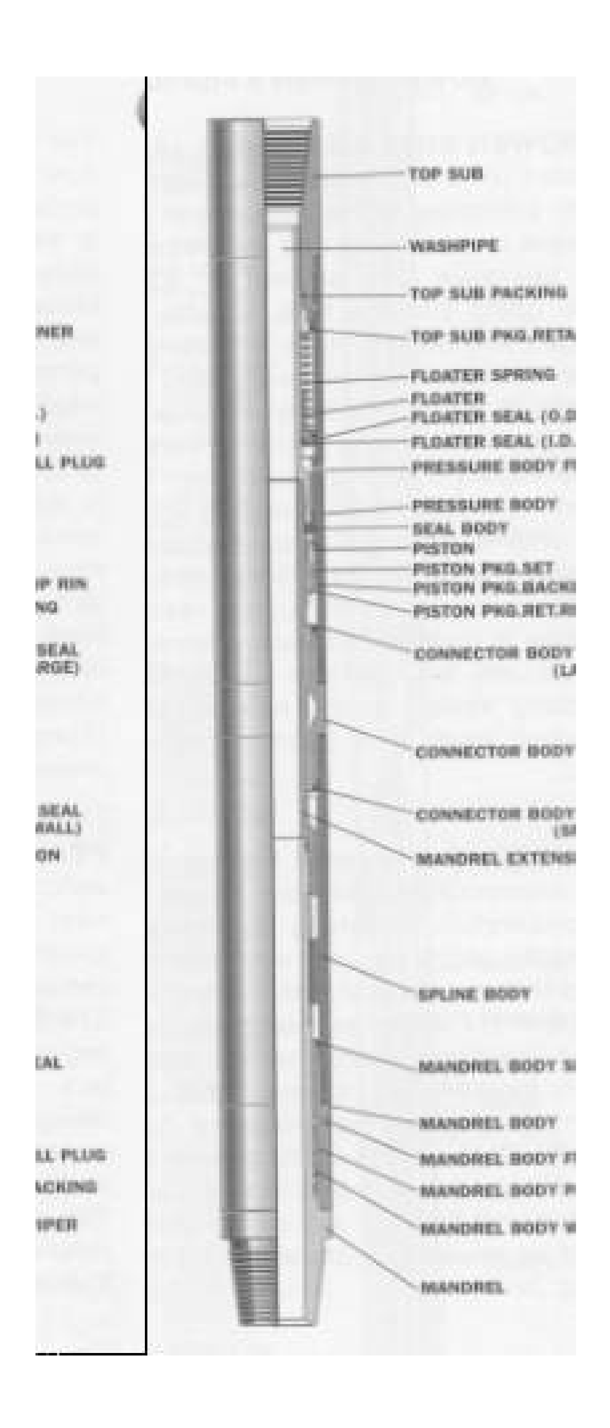


Fig. B15

APENDICE B

TABLA B I

RIMADOR "DOG LEG"
ESPECIFICACIONES

Casing Size		Tool OD		Connection
In.	mm	In.	mm	
5 – ½	140	4.75	120.65	2-7/8 API I Reg
7	178	6.241	158.52	3 - ½ API IF

TABLA B II

CORTADOR PILOTO "METAL MUNCHER"
ESPECIFICACIONES

Casing Size (In.) (mm)	4-1/2 114.3	5 127	5 –1/2 139.7	6-5/8 168.3	7 177.8	7-5/8 193.7
Connection	2-3/8 API Reg	2-7/8 API Reg	3-1/2 API Reg	4-1/2 API Reg	4-1/2 API Reg	4-1/2 API Reg
Blade OD (In.) (mm)	5-1/2 139.7	6-1/16 154	6-9/16 166.7	7-7/8 200	8-5/32 207.2	9 228.6
Casing Size	8-5/8 219.1	9-5/8 244.5	10-3/4 273.1	11-3/4 298.5	13-3/8 339.7	—
Connection	4-1/2 API Reg	6-5/8 API Reg	6-5/8 API Reg	6-5/8 API Reg	6-5/8 API Reg	—
Blade OD (In.) (mm)	10-1/8 257.2	11-1/8 282.6	12-1/4 311.2	13-1/4 336.6	14-7/8 377.8	—

APENDICE B

TABLA B III

ESTABILIZADOR HIDRAULICO
ESPECIFICACIONES

Casing	(In.) (mm)	7 – 5/8 – 9 – 5/8 193.7 – 244.5	18 – 5/8 – 36 473.1 – 914.4	30 – 60 762 – 1524
Connections		4 – ½ API Reg	6 – 5/8 API Reg	6 – 5/8 API Reg
Collapsed	(In.) (mm)	6 – ½ 165.1	15 – ½ 393.7	24 – 34 609.6 – 863.6

TABLA B IV

SISTEMA PORTATIL DE PERFORACION "TOP DRIVE"
ESPECIFICACIONES

Maximun Torque	8,100 Ft. Lbs
Maximun Speed	150 RPM
Nominal Load Rating	120 Tons
100 RPM Load Rating	65 Tons
Maximun Circulating Pressure	5,000 psi
Saver Sub Connection	3 ½'' API IF PIN
Bore Thru Stem	2 ¼''
Goose Neck Connection	3'' - 8 L.P.
Drive	Two (2) fixed displacement piston type hydraulic motors

APENDICE C

TABLA C I

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE TRABAJO
POZO AMO B – 9

CODE / OPERATION	TOTAL WELL	
	(Hrs)	(%)
1. R/U & Tear down	0.0	0.0
2. Drill actual	351.0	20.5
3. Reaming	256.0	14.9
4. Coring	0.0	0.0
5. Cond, mud & circulate	51.5	3.6
6. Trips	244.0	14.2
7. Lubricate rig	15.5	0.9
8. Repair rig	39.0	2.3
9. Cut off drilling line	3.5	0.2
10. Deviation survey	16.5	1.0
11. Wireline logs	0.0	0.0
12. Run casing & cement	74.5	4.3
13. Wait on cement	0.0	0.0
14. Nipple up B.O.P.	5.5	0.3
15. Test B.O.P.	1.5	0.1
16. Drill stem test	0.0	0.0
17. Plug back	4.0	0.2
18. Squeeze cement	0.0	0.0
19. Fishing	81.0	4.7
20. Directional work	167.5	9.8
21. Completion	163.5	9.5
22. Miscellaneous	228.5	13.3
Total	**1713.0**	**100.0**

APENDICE C

TABLA C II

PF – AMO B – 9
SUMARIO DEL POZO

DATE (1998)	DAY	DEPTH Ft	FOOTAGE/AVERAGE Ft/day	ROP/AVERAGE ft / hr
JUNE 22	1	128	128	5.3
23	2	1766	1638	68.3
24	3	2194	428	17.8
25	4	3402	1208	50.3
26	5	3808	406	16.9
27	6	5165	1357	56.5
28	7	5638	473	19.7
29	8	6050	412	17.2
30	9	6050	0	0.0
JULY 01	10	6050	0	0.0
02	11	6050	0	0.0
03	12	6710	660	27.5
04	13	7295	585	24.4
05	14	7760	465	19.4
06	15	8284	524	21.8
07	16	8307	23	1.0
08	17	8373	66	2.8
09	18	8890	517	21.5
10	19	9010	120	5.0
11	20	9010	0	0.0
12	21	9061	51	2.1
13	22	9197	136	5.7
14	23	9419	222	9.3
15	24	9430	11	0.5
AUGUST 02	42	6270	0	0.0
03	43	6624	354	14.8
04	44	6657	33	1.4
05	45	6725	68	2.8
06	46	6975	250	10.4
07	47	7304	329	13.7
08	48	7730	426	17.8
09	49	8125	395	16.5
10	50	8212	87	3.6
11	51	8569	3 57	14.9
12	52	8823	254	6.10
13	53	8831	8	0.3
14	54	8982	151	6.3
15	55	9064	82	3.4
16	56	9079	15	0.6
17	57	9244	165	6.9
18	58	9320	76	3.2
19	59	9320	0	0.0
20	60	9320	0	0.0
21	61	9335	15	0.6
22	62	10005	670	27.9
23	63	10150	145	6.0
24	64	10150	0	0.0

APENDICE C

TABLA C III

REPORTE DEL CORTE DE VENTANA
POZO GACELA 2

TIME	WOM	TORQUE	RPM	FLOW RATE	FINAL DEPTH	TOTAL DEPTH
1st Hour 20’	1- 3000 lbs	150	55	8 ½ BBL/min	3’	3’
2nd Hour	3- 4000 lbs	175	90	8 ½ BBL/min	5’	8’
3th Hour	4- 5000 lbs	150	90	8 ½ BBL/min	2.5’	10.5’
4th Hour	4- 5000 lbs	150	90	8 ½ BBL/min	4’	14.5’
5th Hour	4- 5000 lbs	140	90	8 ½ BBL/min	10’	24.5’
6th Hour 30’	5- 6000 lbs	140	90	8 ½ BBL/min	11.5’	36’
Total milling Time: 6 ½ Hours						
Total Depth: 36 ft			Average: 5.5 ft/ Hr			

BIBLIOGRAFÍA

1. QUIROGA, KLEBER . "Manual de Pruebas, Completaciones y Reacondicionamientos de Pozos Petrolíferos". Petroecuador. 1988, p. 431 – 433.

2. TIW. Window Cutting Manual. 1995.

3. BAKER HUGHES & CO., Advanced Casing Exit Technology. 1997.

4. BAKER OIL TOOLS, Interim Technical Unit. Abril 1998.

REFERENCIAS

1. Petroproducción. Departamento de Ingeniería de Petróleos, (1998)
2. TIW. Window Cutting Manual (1995)
3. Baker Hughes & Co., Advanced Casing Exit Technology (1997), p. 21
4. Baker Oil Tools, Interim Technical Unit (abril 1998)
5. Interim Technical Unit, Op. Cit., p. 1
6. Window Cutting Manual, Op. Cit., p. 27
7. Interim Technical Unit, Op. Cit., p. 3 – 5
8. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., p. 9
9. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., p. 10
10. Fishing Services Manual, Baker Oil Tools (1996), p. 34
11. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., p. 4
12. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., p. 5
13. Interim Technical Unit, Op. Cit., p. 2
14. Fishing Services Manual, Op. Cit., p. 5

15. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., p. 11

16. Interim Technical Unit, Op. Cit., p. 18 - 19

17. Interim Technical Unit, Op. Cit., p. 20 – 21

18. Informe técnico, YPF (agosto 1998)

19. Informe técnico, Baker Oil Tools (junio 1997)